

# ÍNDEX

<b>1. OBJECTIUS .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objecte .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Finalitat.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Justificació .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Abast .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DOMÒTICA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. EL SISTEMA DOMÒTIC KNX .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Sistema Físic KNX .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Funcionament Intern de KNX.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Software ETS3.....</b>	<b>18</b>
<b>4. PLACA COMPUTADORA RASPBERRY PI .....</b>	<b>23</b>
<b>5. FUNCIONALITAT DEL PROJECTE .....</b>	<b>28</b>
<b>6. POSADA A PUNT DEL SISTEMA .....</b>	<b>30</b>
<b>6.1. Posada a punt del sistema KNX .....</b>	<b>30</b>
<b>6.2. Posada a punt de la Raspberry PI .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2.1. Adquisició .....</b>	<b>39</b>
<b>6.2.2. Connexions Inicials.....</b>	<b>40</b>
<b>6.2.3. Encesa .....</b>	<b>44</b>
<b>6.2.4. Manipulació de la Raspberry mitjançant Control Remot .....</b>	<b>51</b>
<b>6.2.5. Software Utilitzat a la Raspberry .....</b>	<b>53</b>
<b>6.2.6. Autoexecució del Software Instal·lat.....</b>	<b>57</b>
<b>6.3. Pàgina Web.....</b>	<b>58</b>
<b>ANNEX I - ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LA RASPBERRY PI.....</b>	<b>61</b>
<b>ANNEX II - LLOCS WEB UTILITZATS .....</b>	<b>63</b>
<b>ANNEX III - DESCÀRREGA I INSTAL·LACIÓ DEL SOFTWARE NECESSARI .....</b>	<b>67</b>
<b>ANNEX IV - CODI HTML.....</b>	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFIA UTILITZADA .....</b>	<b>87</b>

# 1. OBJECTIUS

## 1.1 Objecte

L'objecte d'aquest projecte és la domotització d'un habitatge mitjançant el bus KNX i la integració d'elements de control i visualització externs usant la placa computadora Raspberry Pi.

Es pretén que el lector compregui i es familiaritzi amb la tecnologia dels sistemes utilitzats en aquest projecte, tenint consciència dels passos que calen seguir per a completar la instal·lació que permet gaudir de la interacció entre la placa Raspberry i el sistema domòtic KNX.

## 1.2 Finalitat

Es pretén establir comunicació entre la Raspberry PI i el sistema KNX, aconseguint crear un entorn agradable i simple, que permeti a l'usuari prendre control de la il·luminació i diferents aparells existents a l'habitatge des de qualsevol dispositiu amb accés a la xarxa, com ara telèfons mòbils, tauletes tàctils, etc.

És important que l'usuari no estigui obligat a interactuar o entendre el funcionament de la placa i de KNX, el control es farà des del dispositiu mòbil d'un mode simple i entenedor, i serà suficient per a qualsevol aparell elèctric que es vulgui manipular.

## 1.3 Justificació

Uns dels primers fets destacables en el comportament dels primers éssers humans va ser la utilització o creació d'objectes que facilitessin alguna tasca a desenvolupar: el cervell per primer cop era capaç de raonar que per a realitzar aquella acció, era millor inventar quelcom en lloc d'utilitzar el propi cos.

L'únic que pretenien amb aquests invents era imitar alguna part del cos que no era prou bona per a desenvolupar una tasca determinada, esdevenint aquest invent una extensió del propi cos.

Molts d'aquests invents, des dels primers temps fins avui dia, busquen la comoditat i la rapidesa a l'hora d'executar una funció, des de la llança amb punta de pedra, simulant unes urpes o becs que l'home no té; fins als no tan antics circuits electrònics, capaços de realitzar càlculs milers de vegades més ràpidament que el cervell humà, amb el consegüent estalvi de temps.

Durant tota la Història, qualsevol invent important s'ha acabat implementant a la resta d'àmbits de la vida. Des de la invenció de la màquina de vapor, estenent-se ràpidament a totes les fàbriques del món; fins als ordinadors, amb els que ja fa anys que molts objectes n'incorporen un, com ara cotxes i maquinària diversa.

Introduir un ordinador en un habitatge va significar l'aparició de la domòtica, que ha anat evolucionant amb el temps al ritme que ho feia també l'electrònica.

Aquesta evolució ha suposat fa pocs anys l'aparició de microprocessadors tan petits i potents que han permès l'aparició dels telèfons intel·ligents, o també la co-protagonista d'aquest projecte, la placa Raspberry PI. Això no s'atura.

Ordinadors que abans pesaven tones i ocupaven l'espai d'una habitació, avui dia són milers o milions de vegades més potents, i en podem fer ús des del nostre palmell de la mà.

Un cop arribats aquí, per què no anar més enllà? Apliquem tota aquesta nova tecnologia a aspectes de la vida quotidiana que ja havíem vist créixer i madurar, i que semblava que ja estaven al seu punt àlgid. Tornem a la domòtica i tornem-li a donar la volta, engrandim-la. Extraïem tot el nou potencial possible, i fem quelcom que fa un lustre no hagués estat possible, o que hagués requerit més recursos que no pas ara.

Tornem, en el fons, a utilitzar aquella eina determinada amb la mà, com a extensió del propi cos, prenent el control de tot allò imaginable.

## 1.4 Abast

En aquest projecte se simularà un habitatge domòtic, simulant certs components d'aquest, on es pugui exemplificar com instal·lar el mateix sistema en un habitatge real.

S'explicarà el funcionament de cadascun dels components dels que consta: El sistema domòtic KNX i la placa computadora Raspberry Pi

També s'enunciaran els passos per a configurar cadascun d'ells:

Per una banda, per al sistema domòtic s'explicarà el procés de configuració inicial mitjançant el software estàndard, com es faria per a un habitatge domòtic corrent que utilitzés aquest sistema.

Per l'altra, s'explicarà com posar a punt la placa Raspberry Pi des de zero, configurant-la al complet i instal·lant-hi el software necessari per a utilitzar-la com a un component més del sistema domòtic.

No és objecte d'aquest projecte l'explicació detallada del funcionament d'alguns sistemes utilitzats, com ara LINUX, o el llenguatge HTML. Tan sols s'explicaran aquells comandaments o enunciats utilitzats.

## 2. DOMÒTICA

El terme domòtica prové de la unió de les paraules: *domus*, del llatí, que vol dir “casa”; i de la contracció de la paraula *automàtica*, d'origen grec, que significa “que funciona per sí sola”. Encara que pugui semblar un concepte modern, té els seus inicis a finals dels anys 70, quan uns enginyers de l'empresa Pico Electronics van desenvolupar un llenguatge per a que dispositius electrònics poguessin comunicar-se i entendre's.

Aquesta tecnologia es basava en un cablejat elèctric que conduïa un senyal de control que provenia de freqüència de radio a impulsos, representant informació digital. Va ser el primer cop en que la domòtica va existir tal i com la coneixem avui dia.

La domòtica es basa en la capacitat de recollir informació provinent d'uns sensors o entrades, processar-la, i emetre ordres a uns accionadors o sortides. L'objectiu d'aquest intercanvi d'informació és el de donar servei a tot un seguit d'àmbits dels que els usuaris se'n poden beneficiar:

- Seguretat
- Estalvi energètic
- Confort
- Comunicació entre usuari i sistema
- Fàcil adaptació a les necessitats canviants

Així, la domòtica permet, per exemple, avisar a l'usuari de que els sensors de moviment s'han activat quan no hi ha ningú a l'habitatge; configurar *botons pànic* a diversos llocs de la casa que encenguin tots els llums; programar una regulació constant de la llum segons la lluminositat existent a l'exterior; programar també un control individual de cada estància de l'habitatge per a satisfer les necessitats personals de cadascú, o aturar aquest control en llocs puntuals de la casa si es detecta que l'individu no hi és; configurar mecanismes al gust de l'usuari, com ara un botó que encengui les llums del passadís que porten fins l'habitació dels nens, i que s'apaguin al cap d'una estona; accés remot als estats de la casa (temperatura, estat de persianes, portes i finestres, estat de llums, etc.); permetre a la casa prendre decisions per sí sola en determinades situacions, per a evitar perjudicis per als que hi habiten, com ara deteccions de gas, fum; i un llarg etcètera.

El tractament d'aquesta informació intercanviada entre sensors i accionadors sempre s'ha hagut d'ajustar a la tecnologia disponible del moment, pel que el sector de la domòtica ha evolucionat considerablement en els últims anys, sobretot amb el gran *boom* de la informàtica, i, en els últims anys, a les millores derivades dels nous telèfons intel·ligents. Tecnologies cada vegada més ràpides que ocupen cada cop menys espai han permès crear aplicacions més potents i més barates amb el temps, més fàcils d'utilitzar i d'instal·lar. En resum, l'oferta és millor i de millor qualitat, i la seva utilització és cada cop més intuïtiva i manejable.

Des dels inicis, moltes empreses es van voler afegir a donar aquest servei, originant el desenvolupament de diferents estàndards, donat que cadascú volia que els seus productes fossin compatibles entre sí, i que no existia cap estàndard internacional.

Pico Electronics va continuar oferint el seu estàndard, al que van anomenar X10. Gràcies a la seva maduresa i a la tecnologia emprada, ofereixen un preu molt competitiu, però destinat majoritàriament a instal·lacions no gaire complexes.

Tot i així, per a realitzar aquest projecte s'ha utilitzat l'estàndard europeu KNX, que s'explica a continuació.

### 3. EL SISTEMA DOMÒTIC KNX



Figura 1 - Logotip del Sistema KNX

Els sistema utilitzat en aquest projecte és l'estàndard domòtic europeu KNX, de Konnex Association, el resultat de la fusió l'any 1999 de les tres associacions existents fins al moment per a la promoció d'aplicacions de domòtica. Les tres associacions i els sistemes que utilitzaven eren:

- BCI (França): Sistema Batibus
- EIB Association (Bèlgica): Sistema EIB
- European Home Systems Association (Holanda): Sistema EHS

La fusió d'aquestes tres associacions tenia com a objectiu crear un nou estàndard en domòtica, que esdevingués l'estàndard europeu i la consolidació de la marca "KNX" com a símbol de qualitat. A més, els permetia unir esforços per a elaborar un sistema robust i fiable, i possibilitava l'oportunitat que altres empreses menors, que fins llavors no podien competir-hi, es poguessin introduir al mercat amb productes secundaris compatibles amb aquest estàndard. Amb el pas dels anys, altres empreses que es dedicaven al sector es van anar afegint, aconseguint els objectius inicials.

El sistema KNX pretén donar una òptima experiència a l'usuari, donat que un cop construït l'habitatge, la configuració elèctrica és 100% configurable. Això implica que qualsevol interruptor o demés sensors poden activar o desactivar qualsevol dispositiu si així ho escull l'usuari. Aconseguir això significa que s'ha d'assegurar el correcte funcionament de cadascun dels conjunts de què està format el sistema. A continuació es presenta la relació d'aquests conjunts.

### 3.1. Sistema Físic KNX

La base del funcionament del sistema KNX és el seu mitjà de comunicació entre mòduls: el cable trenat “Twisted Pair 1”, que s’instal·la paral·lel a la línia elèctrica de 230V, permetent una reducció de fins al 60% de la quantitat de cable instal·lada respecte una instal·lació domòtica convencional.

Existeixen altres alternatives, com ara la solució “Powerline”, que treballa amb els 230V de la línia elèctrica ja existent, o també mitjançant ones de radio, Ethernet, infrarojos, bluetooth, etc. Tot i així, el TP1 és el més fiable, i és el mitjà utilitzat en aquest projecte.

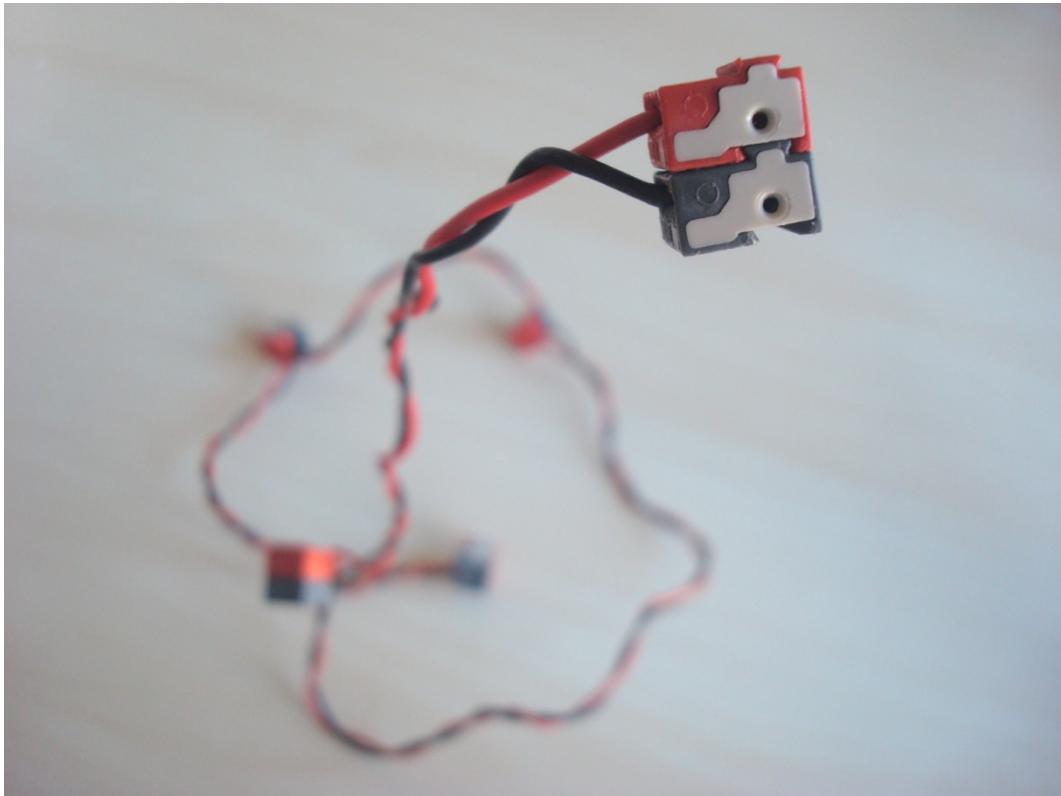


Figura 2 - Cable TP1

La tensió del cable és de 24V, amb variacions de  $\pm 5V$  que permeten l’intercanvi d’informació. Cada mòdul KNX requereix la connexió al bus per a funcionar.



D'aquesta manera, tots els mòduls estan connectats entre ells mitjançant el TP1.

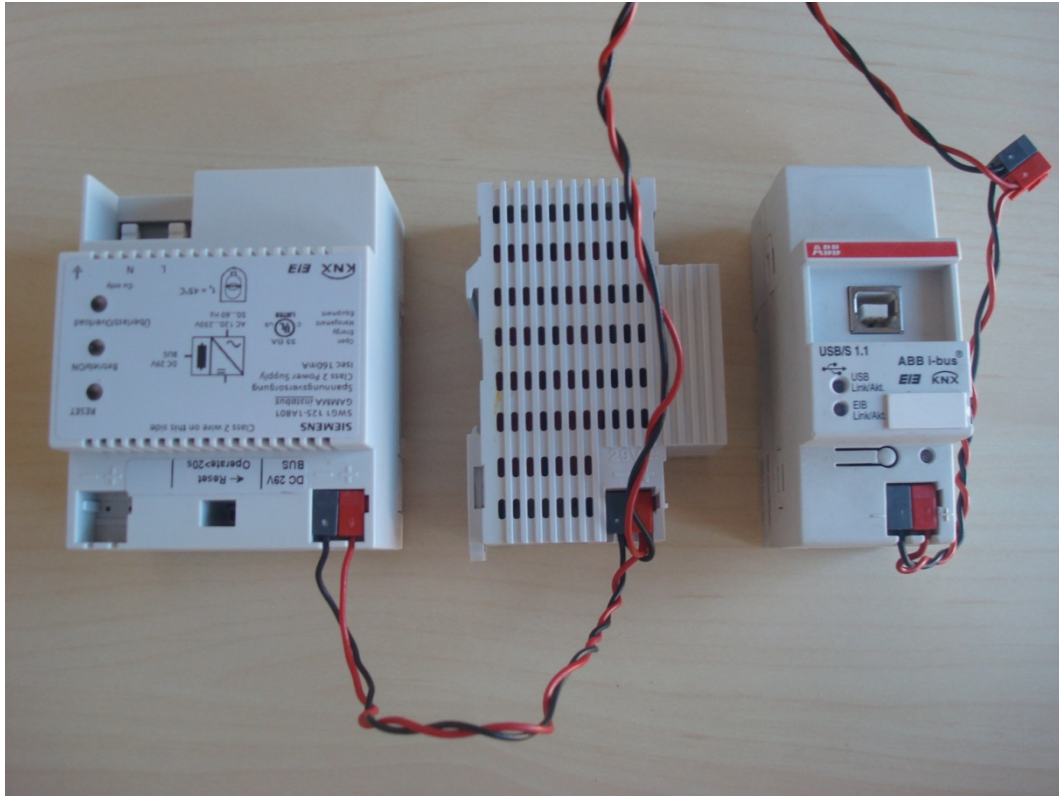


Figura 3 - Exemple de connexió entre mòduls KNX mitjançant el cable TP1

A cadascun se li assignen dues direccions internes, la física i la lògica, les dues de 16 bits. La física només serveix per a identificar el mòdul a l'hora de situar-lo virtualment a l'habitatge i després configurar-lo; mentre que la lògica o Direcció de Grup s'utilitza a l'hora d'enviar l'ordre referent a aquell mòdul, que s'identifica positivament quan li arriba una ordre amb la Direcció de Grup que té, de manera que només el mòdul desitjat entri en acció, ja que l'ordre viatja pel bus a través de tots els mòduls que estiguin connectats a ell.

No s'han de confondre l'una amb l'altra en visualitzar-les, donat que les Direccions Físiques són de la forma: 1.1.1, mentre que les Direccions de Grup s'assemblen més a: 1/1/1.

L'assignació de la Direcció Física ajuda a entendre la distribució dels dispositius allà on estigui instal·lat el sistema.

Tot i que la instal·lació d'aquest projecte és molt simple, el sistema permet un total de més de 65.000 possibilitats de direccionalitat, distribuïts de la següent manera:

- Zona (4 bits)
- Línia (4 bits)
- Dispositiu (8 bits)

Això implica que a cada Línia es poden connectar fins a 255 dispositius, al denominat acoblador de bus, i fins a 1000 metres de bus en total, sumant ramificacions. Cada Línia penja d'un acoblador de línia, que permet tenir connectades fins a 16 línies, conjunt anomenat Zona, i fins a 16 Zones es poden unir entre sí.

Un cop assignades les direccions internes, el sistema funciona sense cap unitat de control o ordinador, permetent utilitzar el sistema en petites instal·lacions, com habitatges, o també en projectes de major envergadura.

Una altra característica del sistema KNX és que la intel·ligència del sistema resideix a cadascun dels dispositius existents, anomenada intel·ligència distribuïda, a diferència de la centralitzada, en que és necessària l'existència d'un controlador centralitzat.

Els sistemes distribuïts, encara que més cars ja que requereixen que cada component tingui el seu circuit intel·ligent capaç de processar dades, permeten més seguretat al sistema ja que totes les funcions no estan concentrades en un sol punt. En cas d'avaría o mal funcionament, només cal intervenir en el component afectat per a reparar-ho. En la centralitzada, en canvi, els components solen ser més simples ja que només l'ordinador central s'encarrega de la gestió, però una fallida d'aquest implica una caiguda total del sistema.

Donat que el sistema domòtic controla la instal·lació elèctrica de l'habitatge, el primers elements que es troben a la instal·lació són les proteccions elèctriques

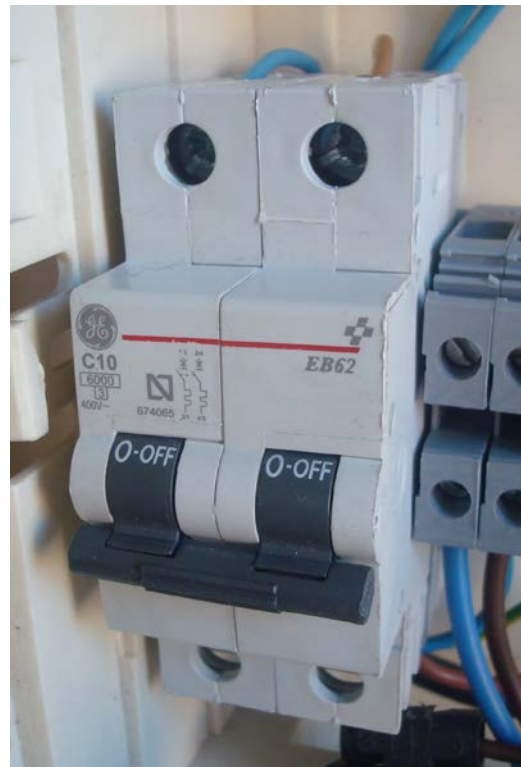


Figura 4 - Interruptor automàtic a l'inici de la instal·lació

pertinents, situades anàlogament al quadre elèctric de l'habitatge. L'ur funció és la de protegir els dispositius connectats a elles, i les persones, en cas de que tinguin lloc una pujada de la intensitat que hi circula. En aquest projecte hi ha un interruptor automàtic.

Després d'aquest es troba la font d'alimentació. Donat que el voltatge d'una casa és de 230V, però el TP1 requereix 24V, es necessita una unitat transformadora que tingui com a sortida els valors desitjats.

Aquest mòdul és el primer que ja té el connector per al bus KNX, precisament a la sortida dels 24V, de manera que en connectar el bus, aquest dóna el voltatge a la resta de mòduls que hi estan connectats.



### Figura 5 - Font d'alimentació KNX

La resta de dispositius a instal·lar es triaran segons les necessitats de l'habitatge. Per a realitzar aquest projecte, s'ha simulat la versió simplificada d'un habitatge amb menys components en comparació amb un de real, en concret, el sistema consta de:

### Un interruptor o actuator:

A part de la connexió TP1, disposa d'unes sortides a les que es pot connectar els receptors que es desitgi del tipus 0/1, això és, que tenen dos possibles estats: apagat i encès. Això inclou il·luminació, aparells de ventilació, climatització, etc.

A la imatge adjunta, i a la següent, corresponent a la del dimmer, es poden veure clarament a la part superior les sortides, on es connectaran els receptors que han de controlar aquests mòduls.



Figura 6 - Accionador

### Un dimmer, o regulador d'intensitat:

Tal com el seu nom indica, les sortides poden donar l'estat apagat-encès, però també qualsevol valor intermedi desitjat, ideal per a il·luminació, però també per a posicions de vàlvules, potències en ventilació, etc., permetent ajustar lluminositats intermèdies, a diferència de l'anterior.

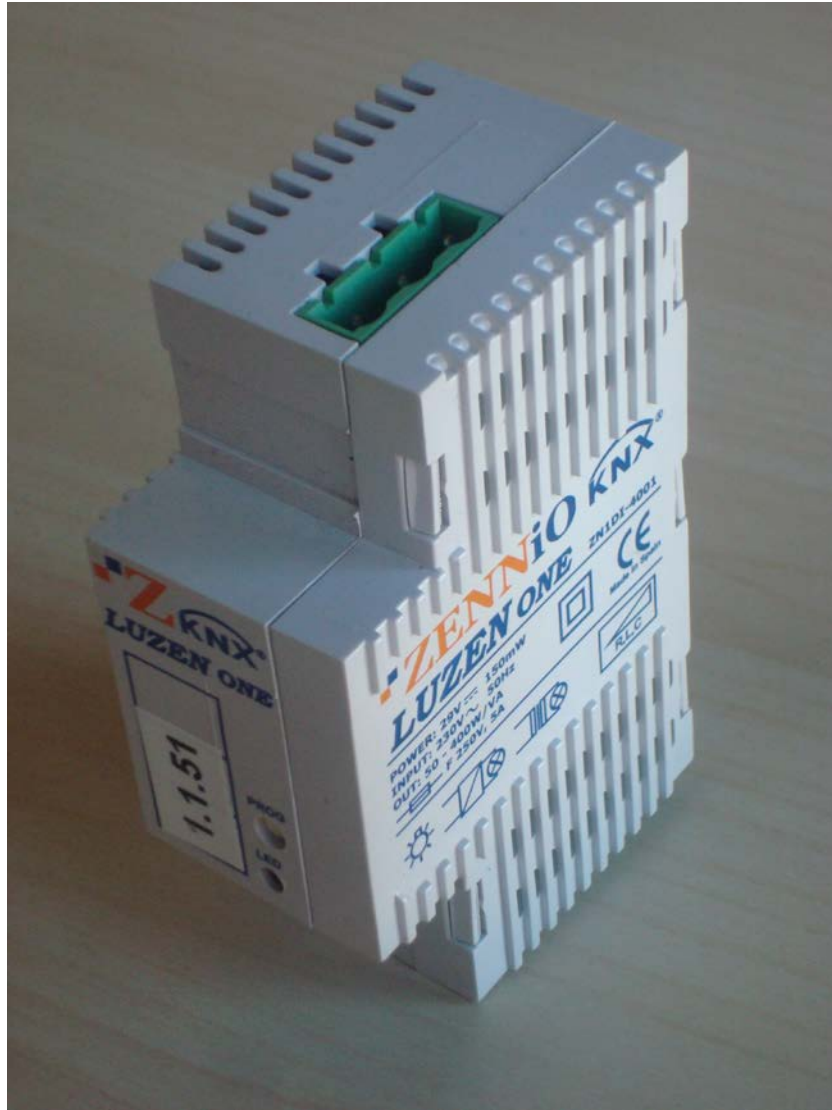


Figura 7 - Dimmer



### **Pantalla interactiva:**

Es tracta d'una pantalla amb connexió TP1 que permet consultar l'estat dels dispositius de l'habitatge, així com canviar-los-el. En aquest cas, però, només s'utilitzarà per a llegir el valor que dóna el sensor de temperatura que conté.



Figura 8 - Pantalla amb sensor de temperatura

Encara que siguin pocs en nombre, els dispositius utilitzats i la seva configuració no difereixen gaire en complexitat dels que podria haver en un habitatge domòtic normal i complet, de manera que la posada en marxa es desenvoluparia de la mateixa manera com en el present projecte es descriu.

Altres tipus de funcions que es poden trobar en un sistema KNX són:

- Control de persianes, cortines, etc.

- Control de temperatura mitjançant radiadors, fan-coils, aparells d'aire condicionat, etc.
- Control d'accessos i seguretat mitjançant detectors de moviment, de gas, fum, foc, etc.

Entre d'altres.

Els mòduls descrits es poden instal·lar, com es mostra a la següent figura, en un quadre al principi de la instal·lació elèctrica, junt amb les proteccions corrents que hi sol haver. Tot i això, com ja s'ha dit, degut a les característiques de la instal·lació d'aquest projecte, només es disposa d'un interruptor automàtic com a protecció.



Figura 9- Mòduls emplaçats al quadre

### 3.2. Funcionament Intern de KNX

El sistema està a punt quan els receptors, que estan connectats a les sortides d'actuadors, tenen assignada una Direcció de Grup, que també està assignada a un sensor o interruptor, que és l'encarregat d'enviar l'ordre, anomenada també "telegrama". Cada component connectat al TP1 intercanvia informació amb qualsevol altre per mitjà d'aquests telegrams.

Els sensors i interruptors es configuren per a que puguin controlar els receptors. Si un interruptor és accionat, s'envia un telegrama amb la Direcció de Grup que manipula aquell receptor, per exemple, 1/1/1.

Per a seguir amb l'explicació s'ha d'entendre l'estructura de la Direcció Física:

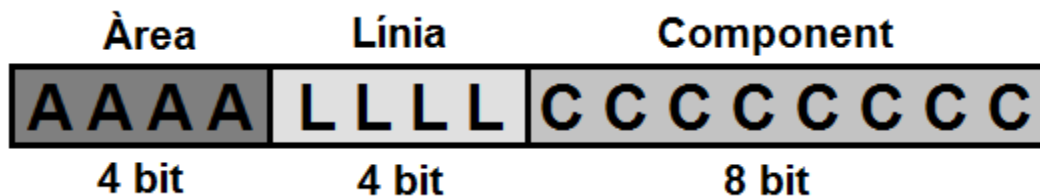


Figura 10 - Esquema d'una Direcció Física

Com es pot suposar, el valor dels 16bits de la Direcció Física corresponen al valor en sistema binari de la Direcció Física del tipus: 1.1.1

La Direcció de Grup té una estructura similar:

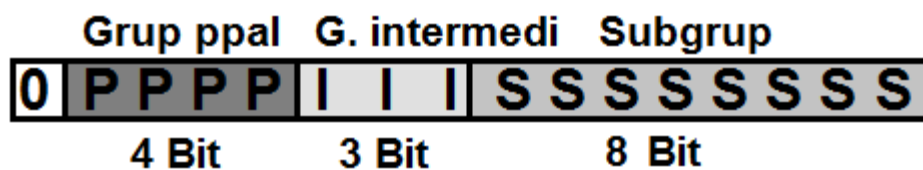


Figura 11 - Esquema d'una Direcció de Grup

En aquest cas, es poden crear 16 grups principals, on cadascun pot contenir 8 grups intermedis, i cada un d'aquests últims pot arribar a tenir 256 subgrups. Cada subgrup correspon a una o més funcions que s'hagin assignat a receptors. "Una o més", perquè no té perquè ser només una. En una direcció de grup es poden incloure les funcions de receptors que es vulguin, com per exemple, un interruptor que fos l'encarregat de parar tots els llums. L'interruptor només enviaria, com sempre, un sol telegrama, però tots aquells mòduls que continguessin aquesta Direcció de Grup en farien cas.



Tots aquells mòduls que hagin de respondre al telegrama retornen un justificant de recepció, confirmant que el telegrama ha arribat a bon port.

El telegrama està format per blocs de 8bits, cadascun en forma de caràcter. El número de blocs varia de 8 a 23, segons la longitud de la informació a enviar. L'estructura de cada telegrama respon al següent esquema:

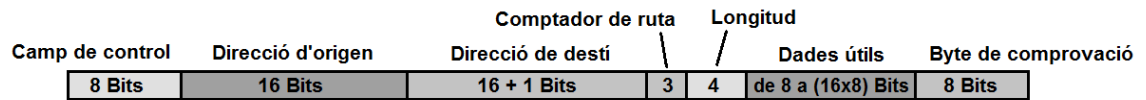


Figura 12 - Esquema d'un telegrama

A grans trets, aquesta és la funció de cadascun dels blocs:

- Camp de control: Controla l'anada i tornada dels telegrames, així com els justificants de recepció, assegurant que aquelles ordres enviades correctament no es tornin a enviar.
- Direcció d'origen: Aquests 16 bits corresponen sempre a la Direcció Física ja explicada, corresponent al mòdul des d'on s'origina l'ordre.
- Direcció de destí: els 16 primers bits corresponen a la direcció de destí, que pot ésser la Física, o, més comunament, la de Grup. Serà Física si aquella Direcció de Grup només té assignada un aparell. En canvi, si una Direcció de Grup controla més d'un aparell, llavors el contingut serà la Direcció de Grup en qüestió. El 17è bit diferencia aquesta diferenciació, 0 per al primer cas, i 1 per al segon.
- Dades útils: aquí s'inclou el cos principal del telegrama, és a dir, si es tracta d'una escriptura, o bé d'una lectura d'estat, i quin és l'estat que s'ha d'imposar, entre d'altres.
- Byte de seguretat: s'utilitza per a detectar errors en la transmissió dels telegrames, comprovant la posició de bit de tots els caràcters del telegrama.

En resum, cada mòdul o component, té una Direcció Física. Els mòduls tenen receptors connectats a les sortides, de manera que aquests mòduls, tancant o obrint les sortides, poden controlar l'encesa dels receptors. Cada sortida té assignada una Direcció de Grup.

Quan un interruptor o sensor és activat, envia al bus TP1 un telegrama amb tota la informació corresponent, però la més rellevant és: la Direcció de Grup de destí i el valor a imposar.

El telegrama viatja per tots els mòduls, però només aquells que esperen actuar amb aquella Direcció de Grup ho faran, obrint o tancant les sortides pertinents, i actuant sobre els receptors.

Aquestes Direccions precisen de ser configurades sobre cada mòdul, mitjançant el software estàndard de KNX, que s'explica a continuació.

### 3.3. Software ETS3



Figura 13 - Imatge de presentació del programa

Com s'ha dit anteriorment, el sistema és capaç de treballar autònomament, sense cap sistema central que ho gestioni en conjunt. No obstant, per a la seva posada a punt inicial, o posterior reconfiguració, és precis de connectar el sistema a un ordinador, per tal d'assignar a cada component la seva Direcció Física i Direcció de Grup. Aquesta connexió pot ser de diferents tipus, però el més normal és utilitzar un mòdul USB o amb connexió Ethernet.

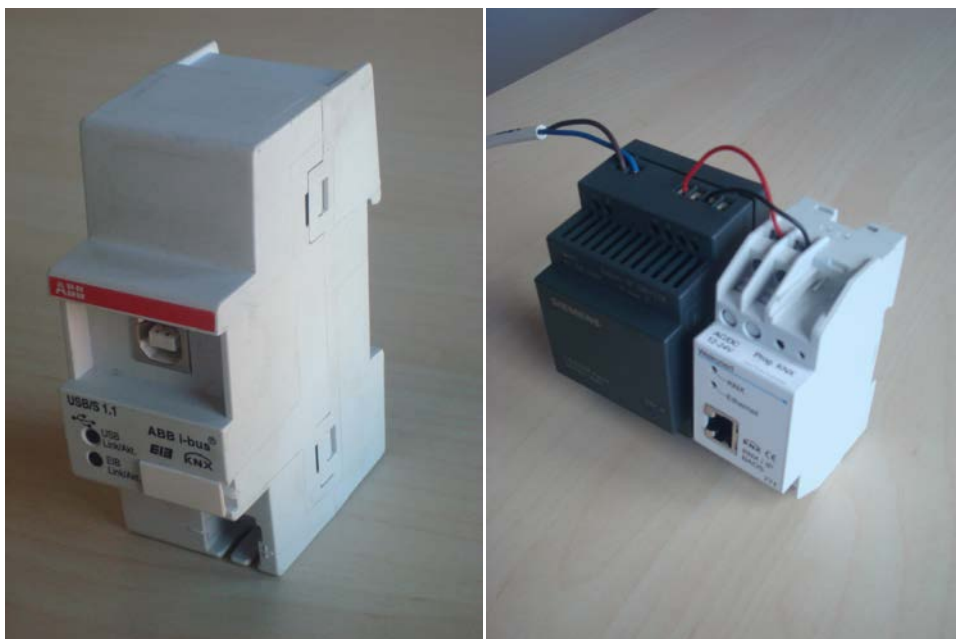


Figura 14 - Mòdul amb connexió USB i amb connexió Ethernet, respectivament

Per a la realització d'aquest projecte s'han utilitzat els dos tipus indistintament, amb resultats igual d'eficaços.

El software encarregat d'establir connexió amb el sistema és l'ETS. A dia d'avui ja existeix la versió ETS4, però en aquest projecte s'ha fet servir ETS3.

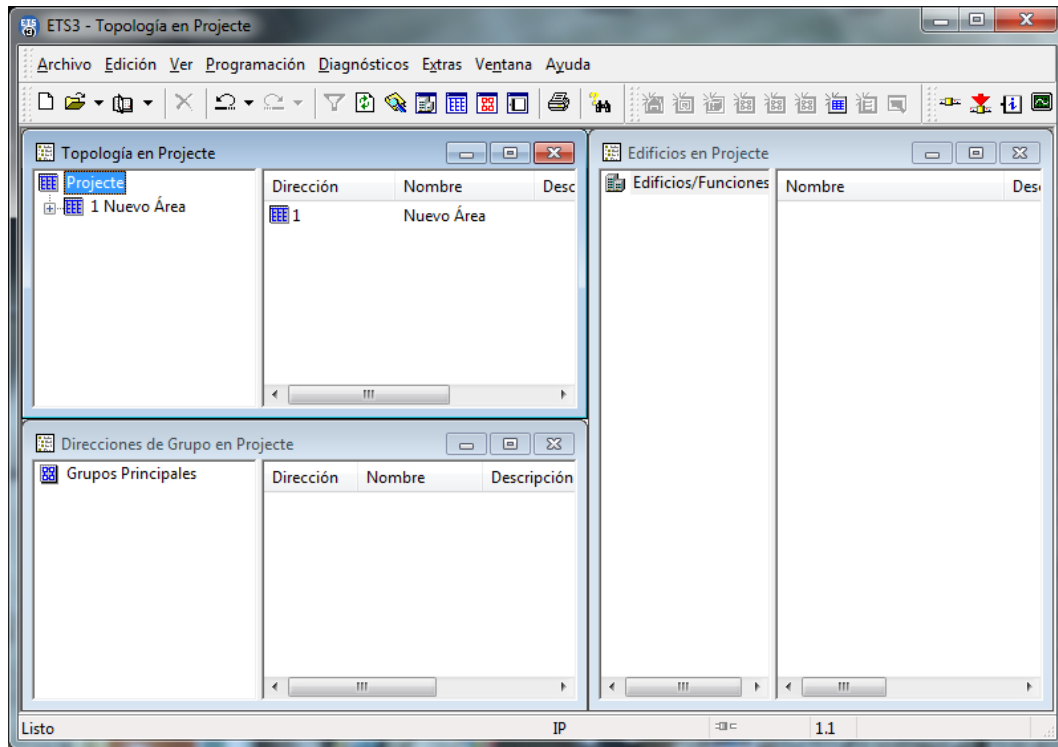


Figura 15 - Aparència del programa ETS3 en iniciar un nou projecte

És una eina estàndard KNX, pel que es pot utilitzar per a configurar qualsevol instal·lació KNX d'arreu i de qualsevol fabricant de KNX, i la seva gestió permet treballar amb projectes sense gairebé límit de grandària i complexitat.

L'objectiu de l'ETS3 és el de distribuir tots els dispositius del sistema de forma entenedora, ja sigui en pisos, estàncies o temàtiques, i assignar-los les direccions pertanyents.

Per a això, el programa treballa amb tres finestres principals:

#### **La Vista d'Edificis:**

Serveix per a distribuir la ubicació dels dispositius físicament segons la seva posició en l'edifici, per a poder accedir a qualsevol d'ells ràpidament en el moment de la seva configuració. Estaran ordenats segons la distribució física a

l'habitatge. Així, la primera numeració es pot referir a una planta, mentre que la segona a les estàncies, etc., agrupant els dispositius per situació. Mentre es van entrant dispositius, el programa va assignant automàticament Direccions Físiques, alhora que les va afegint a la Vista de Topologia.

Aquesta vista no s'ha utilitzat en aquest projecte.

### La Vista de Topologia:

En aquesta vista quedaran els dispositius ordenats per la Direcció Física, segons com s'hagin anat entrant a la vista anterior, quedant els dispositius ordenats segons la numeració. Es pot obviar la configuració a la Vista d'Edificis i fer-ho directament en aquesta. L'important és que finalment quedin els dispositius ordenats en aquesta vista donat que les accions que puguin dur a terme cadascun es traslladaran a la vista de Direccions de Grup.

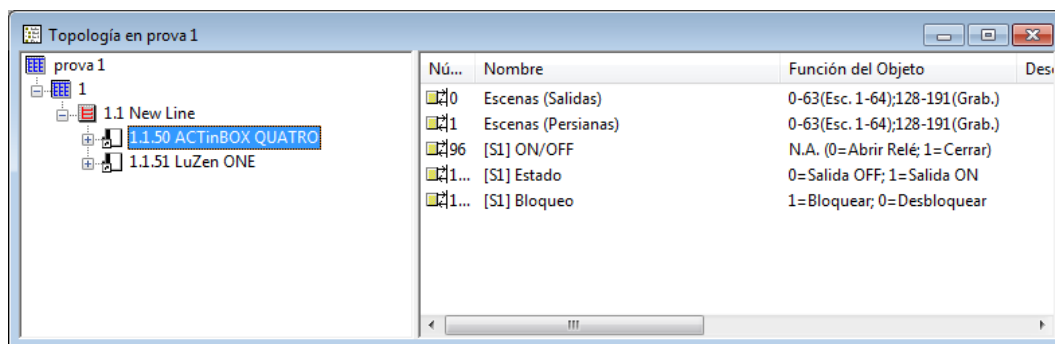


Figura 16 - Vista de Topologia

A l'anterior imatge es pot observar com, seleccionant un dels components, es mostren les funcions que pot dur a terme, entre elles: *ON/OFF*, que imposa el valor, i *Estado*, que consulta en quin estat està el receptor. S'indica *S1* ja que és l'única sortida d'aquest mòdul que s'ha habilitat en aquest projecte.

### La Vista de Direccions de Grup:

En aquesta vista, a diferència de les anteriors, no s'agrupen els dispositius en sí, si no les funcions que poden desenvolupar cadascun d'ells, o només aquelles que es requereixin. Aquestes funcions es poden agrupar, per exemple, per temàtica: il·luminació, climatització, etc.

Un cop creats els diferents grups, es van traslladant les funcions dels dispositius de la Vista de Topologia cap a la Vista de Direccions de Grup. Per exemple, l'accionador de la llum del passadís, a la Vista de Topologia, mostra que permet canviar l'estat d'un receptor d'ON a OFF i viceversa, entre d'altres. Aquesta

funció es pot arrossegar a la Vista de Direccions de Grup al lloc on pertanyi, on aquesta funció tindrà ja assignada una Direcció de Grup.

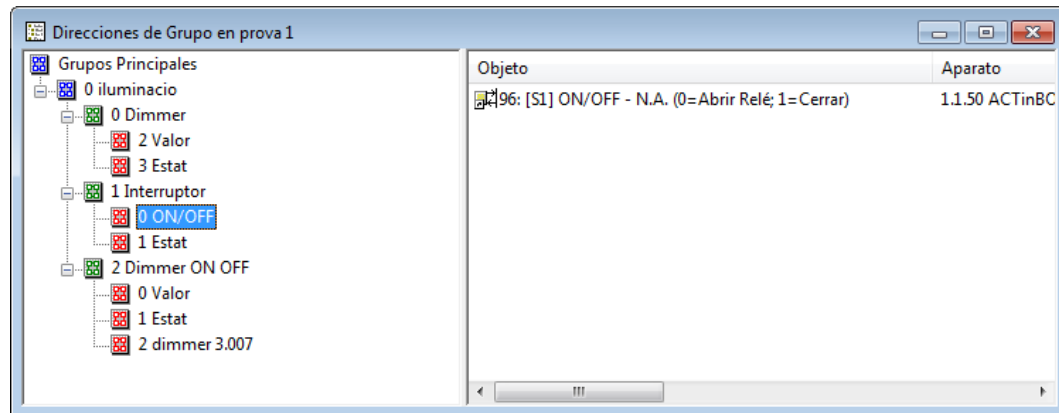


Figura 17 - Vista de Direccions de Grup

Afegir dispositius a la Vista de Topologia significa anar afegint a la base de dades del programa els arxius corresponents a aquests dispositius, arxius que es poden trobar fàcilment als llocs web dels fabricants, etiquetats explícitament com a "Programa ETS", des d'on es pot descarregar l'arxiu corresponent, que té l'extensió "\*.vdX", on X sol ser 2 o 3.

D'aquesta manera es pot introduir completament la forma estructurada de tot el sistema elèctric de l'habitatge, donant un identificador a cada dispositiu, i un identificador a les diferents funcions que poden dur a terme, en el cas d'aquest projecte: el control d'un interruptor, l'habilitat del dimmer d'encendre un llum a la intensitat percentual que es desitgi, i la lectura d'un sensor de temperatura.

Un cop acabada la configuració, el programa permet establir contacte entre l'ordinador des d'on s'utilitzava l'ETS i els mòduls KNX, de manera que les direccions i distribucions dels dispositius, fins ara virtuals, esdevinguin ara reals donat que cada direcció, cada ordre, cada acció, es traslladarà al mòdul KNX pertinent.

Això permet, per exemple, configurar que un interruptor amb unes determinades Direccions Físiques i de Grup, serà l'encarregat de efectuar una ordre concreta sobre un llum, amb unes Direccions pròpies també, a elecció de l'usuari, personalitzant tota la instal·lació elèctrica al gust d'aquest.

Un cop fet això, el sistema KNX està configurat i pot començar a treballar sense cap ajuda de l'ordinador.

Malgrat tot el potencial que s'hi entreveu, el KNX té alguns desavantatges. La seva intel·ligència distribuïda i fiabilitat provoca un augment excessiu en el preu dels mòduls. Existeixen components per a desenvolupar funcions lògiques, però això també fa que els preus es disparin. A més, el component en qüestió només podrà efectuar allò pel que ha sigut programat, no podrà anar més enllà. És per això que entra en joc un altre aparell en aquest projecte: la Raspberry Pi, que s'explica a continuació.

La justificació del seu ús roman en que, tenint un cost molt inferior als mòduls KNX, es pot programar per a realitzar qualsevol tasca. Ja no està limitada pels circuits interns amb els que es va crear. Conté un sistema operatiu i software de programació per a desenvolupar allò que es vulgui, no només aquelles funcions que consten al manual del component KNX.

## 4. PLACA COMPUTADORA RASPBERRY PI

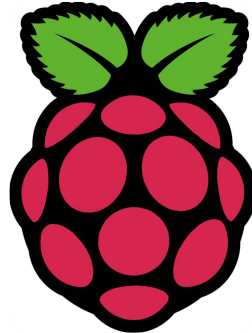


Figura 18 - Logotip de la placa Raspberry Pi

Els avenços tecnològics esmentats anteriorment al capítol "Domòtica", han permès la creació de la Raspberry Pi. Buscant es pot trobar molta informació sobre ella, però resumint-ho en poques paraules: es tracta d'un ordinador de notables prestacions de la mida d'una targeta de crèdit, per un preu d'uns 30€. Pels amants de la programació significa una oportunitat d'or per a crear projectes de baix cost d'adquisició i de manteniment.





Figura 19 - Placa Raspberry Pi

Als anys 80, per primer cop, es va fer realitat el concepte d' "ordinador domèstic". No obstant, aquests ordinadors no tenien res a veure amb els actuals. Eren menys accessibles, i encendre'ls suposava enfrontar-se únicament amb una pantalla i un cursor que esperava instruccions per a realitzar qualsevol operació, de manera que tota una generació es va veure obligada a aprendre una mica sobre comandaments i programació.

Amb el temps els ordinadors van esdevenir més propers, sobretot amb la popularització del ratolí i de les interfícies gràfiques dels sistemes operatius més coneguts, cosa que va provocar que aquests coneixements no calguessin més.

L'any 2006, Eben Upton es va adonar d'aquesta davallada en les habilitats dels estudiants de la Universitat de Cambridge, on ell treballava, quedant palès que els estudiants tenien menys experiència en programació que els alumnes d'anys anteriors.

Upton i uns companys de la universitat van tenir la idea de crear un ordinador en què estarien incloses les eines necessàries que permetrien començar a programar el propi software, amb un preu aproximat d'uns \$25. Hauria de ser suficientment interessant per a atreure l'atenció dels possibles usuaris, i

suficientment robust per a suportar els viatges amunt i avall a les motxilles dels estudiants de la universitat.

Aquesta idea va iniciar un viatge de 6 anys que va desembocar en la placa computadora Raspberry Pi. Va sortir al mercat el febrer de 2012. El primer quadrimestre se'n van vendre mig milió d'unitats, i a principis de 2013 la xifra ja havia arribat al milió.

La placa té la mida aproximada d'una targeta de crèdit, amb els components i connectors enganxats a ella. N'existeixen dos models: l'A i el B, que va ser el primer en ser llençat al mercat. El model B té dos ports USB (mentre que l'A només en té un), té connexió Ethernet i també té 512Mb de memòria RAM (l'A en té la meitat). El model A costa uns \$25 i el B \$35.



Figura 20 - Comparativa de grandària de la Raspberry Pi

Gràcies als recents avenços en telefonia mòbil, la creació de la Raspberry Pi ha estat possible.

A diferència dels ordinadors a què la majoria estem acostumats, que funcionen amb Windows o Macintosh, la Raspberry treballa amb el sistema operatiu Linux, un exemple de software de codi obert i gratuït, amb una filosofia completament diferent dels primers. En lloc de ser creat entre parets i en secret, Linux ha sigut possible gràcies a empreses i voluntaris experts, on cadascú aporta el seu gra de sorra. Qualsevol és lliure d'inspeccionar el codi i modificar-lo al propi gust. Molts dels programes a què estem acostumats no funcionen en Linux, però existeixen programes compatibles de qualsevol temàtica també gratuïts per a Linux.

S'inicia amb una pantalla amb únicament un cursor, esperant que s'hi entrin instruccions, però també es pot iniciar la interfície gràfica i navegar-hi entre icones amb un ratolí, per a començar a treballar amb els programes que hi venen inclosos, com ara navegar per la xarxa, utilitzar processadors de textos i fulls de càlcul, editar fotografies, reproduir música o vídeos, o jugar a jocs.

En resum, és un ordinador que, segons els creadors, és l'equivalent a un ordinador de fa 10-15 anys, però amb una targeta gràfica molt millor, capaç de reproduir un vídeo d'alta resolució 1920x1080 (Blu-Ray).

Les seves especificacions tècniques estan indicades a l'**Annex I**.

A continuació es mostra on s'ubiquen els les connexions que componen la placa Raspberry PI.

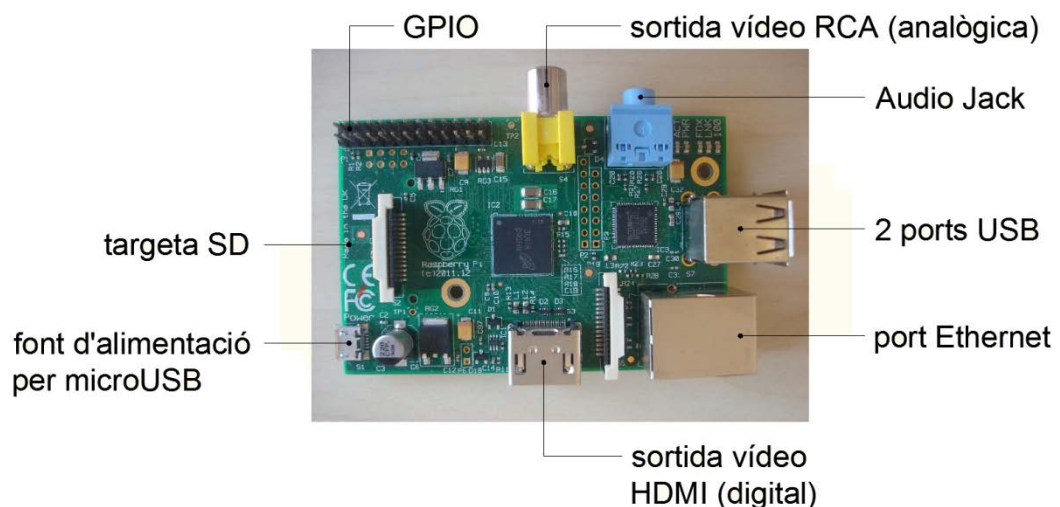


Figura 21 - Connectors existents a la Raspberry Pi

La Raspberry PI no disposa de cap unitat d'emmagatzematge intern, pel que per a utilitzar-la s'ha d'introduir una targeta SD, de 2Gb i de classe 6, com a mínim, segons apunten els creadors. És on hi ha d'haver el sistema operatiu que s'hagi escollit per a treballar amb la placa.

Els pins GPIO, encara que no s'han utilitzat aquí, poden ser útils en projectes en els que calgui connectar-hi diverses entrades analògiques o digitals, com ara botons, sensors, o sortides, com Leds, administrant els seus valors mitjançant algun dels softwares de programació que inclou la Raspberry, com ara Python.

## 5. FUNCIONALITAT DEL PROJECTE

Un cop descrits els dos components principals: Sistema domòtic KNX i placa computadora Raspberry PI, es pot entendre el gran potencial de cadascun.

Per una banda, la domòtica de KNX permet derivar qualsevol dispositiu elèctric al control dels mòduls connectats entre sí amb el bus, de manera que tot forma part d'un tot, on un dispositiu es pot controlar des del mecanisme que l'usuari desitgi si així ho configura.

Gràcies a l'ajuda dels acobladors de línia i de zona, la quantitat de dispositius potencials d'una instal·lació és extremadament gran, permetent crear mitjançant aquest sistema projectes de gran envergadura, encara que no sigui el present cas.

La seva consolidació com a estàndard europeu ha permès que hagi esdevingut un producte d'alta fiabilitat, possibilitant també l'existència d'una gran varietat de productes, donat que moltes empreses s'han sumat al carro, i hi ha molta oferta de productes KNX compatibles entre sí, possibilitant la creació de qualsevol instal·lació imaginable.

I per l'altra, la Raspberry PI, un ordinador de molt baix cost, amb un sistema operatiu altament configurable a gust de l'usuari, que és capaç d'executar processos complicats de manera simultània. Uns resultats tan magnífics i sent tan jove el seu cicle de desenvolupament només poden augurar un futur molt prometedor.

Aplicat a aquest projecte, la unió d'aquests dos sistemes suposa extreure el millor de cadascun, amb l'objectiu d'explotar-los al màxim, i treure també el màxim profit de la seva interacció, millorant l'experiència de l'usuari.

Concretament, com ja s'ha dit, l'objectiu d'aquest projecte és el d'implantar el sistema KNX en un habitatge, i utilitzar la Raspberry Pi com a principal gestor de control. Això serà possible establint contacte entre un i l'altre, instal·lant el software necessari a la placa que li permeti comunicar-se amb el sistema domòtic, possibilitant-li controlar els diferents dispositius existents a l'habitatge.

Donat que la Raspberry precisa de tot un seguit de perifèrics per a ser completament funcional, no és l'objectiu d'aquest projecte emplaçar la centralita de control del sistema domòtic a la ubicació de la Raspberry, donat que obligaria a l'usuari a tenir reservat un lloc a la casa per a tal comesa, perdent així

l'avantatge inicial de les reduïdes dimensions que presenta la Raspberry, obligant a tenir al seu voltant la pantalla, ratolí i teclat necessaris.

Hi ha altres solucions per a evitar haver de connectar aquests perifèrics a la placa i poder treballar amb ella: mitjançant el control remot des d'un altre ordinador, com posteriorment s'explicarà, establint connexió entre la Raspberry i l'ordinador de manera que es pugui visualitzar la sortida de vídeo de la placa encara que aquesta no tingui cap pantalla connectada directament a ella. No obstant, això també limita les possibilitats de l'usuari, ja que segueix sent un únic punt on poder controlar els diferents dispositius, substituint els perifèrics que hagués tingut la Raspberry pels que sí té l'ordinador.

Aquest projecte pretén evitar la interacció directa entre usuari i Raspberry Pi, per l'efecte "centraleta" i per la ja esmentada poca familiaritat entre l'usuari mig i el sistema operatiu Linux.

Per aquestes raons, el sistema KNX haurà de ser controlat per la Raspberry, sense que aquesta estigui connectada a perifèrics voluminosos o que l'usuari estigui obligat a treballar en ella directament.

La solució a això és utilitzar la Raspberry com a servidor, on s'hi emplaçarà una pàgina web en codi HTML que serà capaç d'interactuar amb els mòduls KNX. D'aquesta manera, la placa seguirà sent el principal gestor de comunicació amb el sistema domòtic, però qualsevol dispositiu, com ara un telèfon mòbil, que estigui connectat a la mateixa xarxa, podrà tenir accés a l'esmentat codi, i per tant, interactuar amb el sistema KNX.

Els dispositius, connexions i configuracions pertinents per a aconseguir aquesta fita es descriuen a continuació:

## 6. POSADA A PUNT DEL SISTEMA

Per a aconseguir la finalitat d'aquest projecte, és precís de realitzar un seguit de passos per a posar en marxa i configurar els diferents dispositius de que està format.

Aquest capítol pretén fer una relació i explicació de cada pas, per a aconseguir el funcionament del conjunt.

En primer lloc s'explicarà la configuració que cal aplicar al sistema KNX, que implica l'ús del software ETS3 per a estructurar els dispositius i assignar-los Direccions de Grup, segons les funcions que es vulguin utilitzar.

Seguidament, s'instal·larà a la Raspberry el software necessari per a comunicar-se amb els mòduls KNX, podent així enviar ordres i realitzar lectures d'estat, així com per convertir-la en un servidor.

I per acabar, s'explicarà el codi HTML emplaçat en aquest servidor, que permetrà a qualsevol dispositiu amb accés a la xarxa connectar-se a la Raspberry, i, per tant, al sistema KNX.

### 6.1. Posada a punt del Sistema KNX

El primer cop que es connecta el sistema KNX, s'han d'assignar les Direccions de Grup a cadascun dels components que ho requereixin.

Per a això, primer s'ha de connectar el quadre KNX a la xarxa elèctrica i activar l'interruptor automàtic, així com connectar tots els mòduls entre ells mitjançant el cable TP1. Si s'encenen els diferents llums i senyals visuals dels mòduls existents, és senyal de que l'alimentació elèctrica arriba als mòduls.

Seguidament s'ha d'iniciar el software de gestió ETS, que a dia d'avui l'última versió és la 4, però que, com ja s'ha dit, en aquest projecte es fa servir la versió ETS3.

En ell, s'ha de fer una relació de tots els dispositius KNX connectats amb el cable TP1. El programa ETS3 haurà de tenir constància de tots ells, així que, per a cadascun, s'ha d'anar a la web del fabricant i buscar l'arxiu corresponent per tal d'afegir-lo a la base de dades del programa.



Figura 22 - Lloc de descàrrega de l'arxiu del dispositiu

Aquesta descàrrega queda descrita a l'**Annex II** per als tres components existents en aquest projecte.

Aquest procediment, com s'ha dit, s'ha de realitzar per a cadascun dels components connectats al TP1. Un cop reunits tots els arxius, es poden importar al ETS3. Això es fa clicant al menú *Archivo* i després a *Importar*, on se seleccionaran els arxius acabats de descarregar.



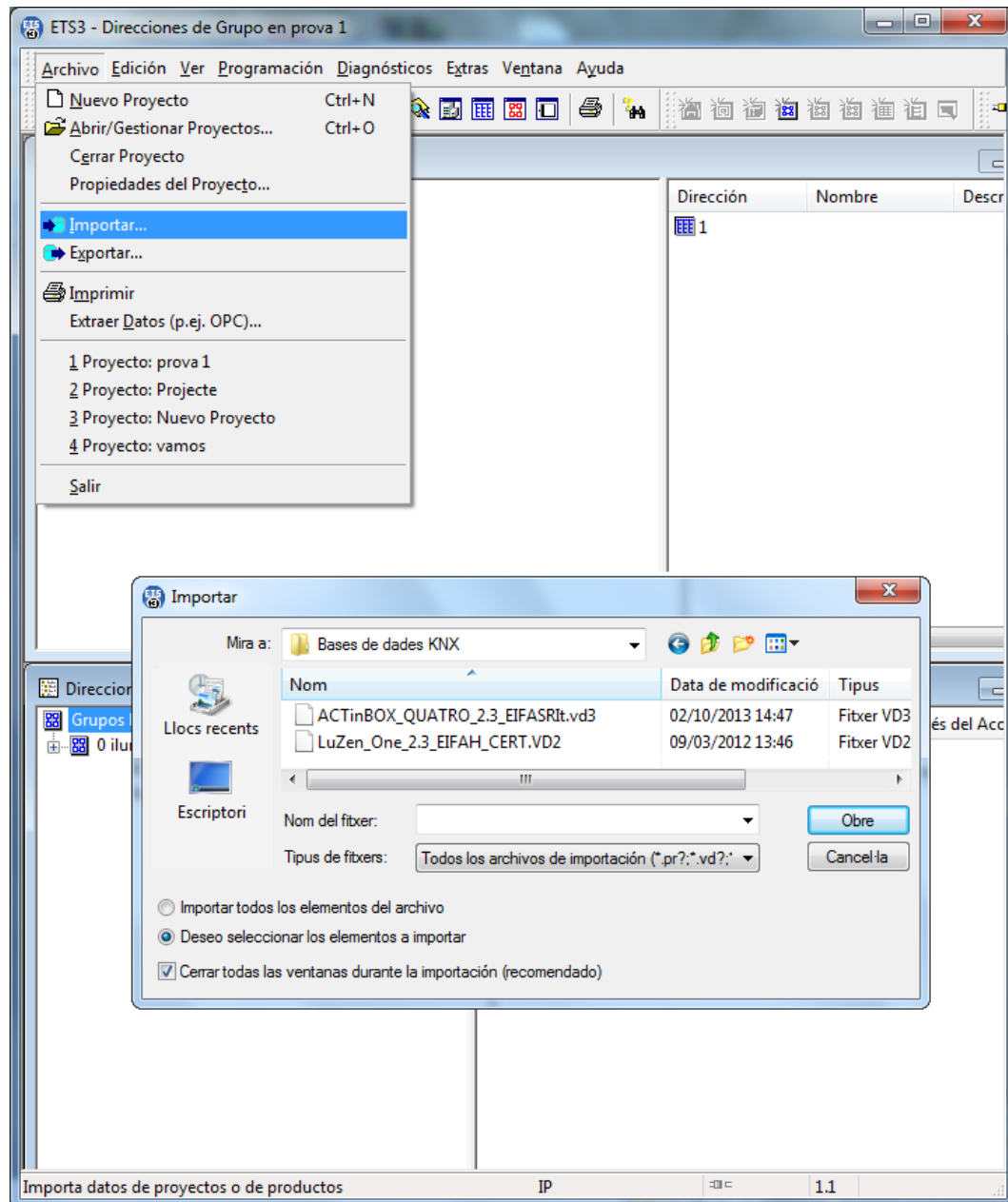


Figura 23 - Selecció de les bases de dades a importar a l'ETS3

Un cop afegits els arxius corresponents als components físics, es pot començar a ordenar-los, definint la seva estructura i disposició dins l'habitatge. Aquesta ordenació es fa a la finestra *Tipologia*, mentre es van assignant Direccions Físiques.

Per a anar definint la ubicació dels dispositius, s'ha d'anar creant l'esquema jeràrquic d'àrees, línies i components. A la Vista de Topologia inicialment es veuen els grups principals, és a dir, els dispositius ordenats per la seva Direcció Física. Tots aquells que tinguin un "1" en primer lloc, estaran emplaçats a l'àrea 1, i amb un 1 com a primer número de la Direcció Física. Per anar afegint

dispositius al seu lloc corresponent, s'ha de fer clic amb el botó dret del ratolí al conjunt en qüestió i seleccionar *Añadir aparatos*, i creant les subseqüents ramificacions. La disposició d'aquests components connectats amb TP1 es pot fer segons el criteri que cada usuari cregui convenient.

Amb l'ActinBOX, a la Vista de Topologia es poden configurar les seves propietats, imposant-li la Direcció Física que es vulgui. D'aquesta manera es col·locarà directament a la carpeta que li pertoca. Si encara no existeixen carpetes amb la Direcció Física entrada, el programa en crearà directament. També es poden arrossegar amb el ratolí els arxius d'una carpeta a una altra, modificant-se automàticament la Direcció Física. Tot això ajuda a distribuir d'una manera senzilla mòduls virtualment segons els criteris escollits.

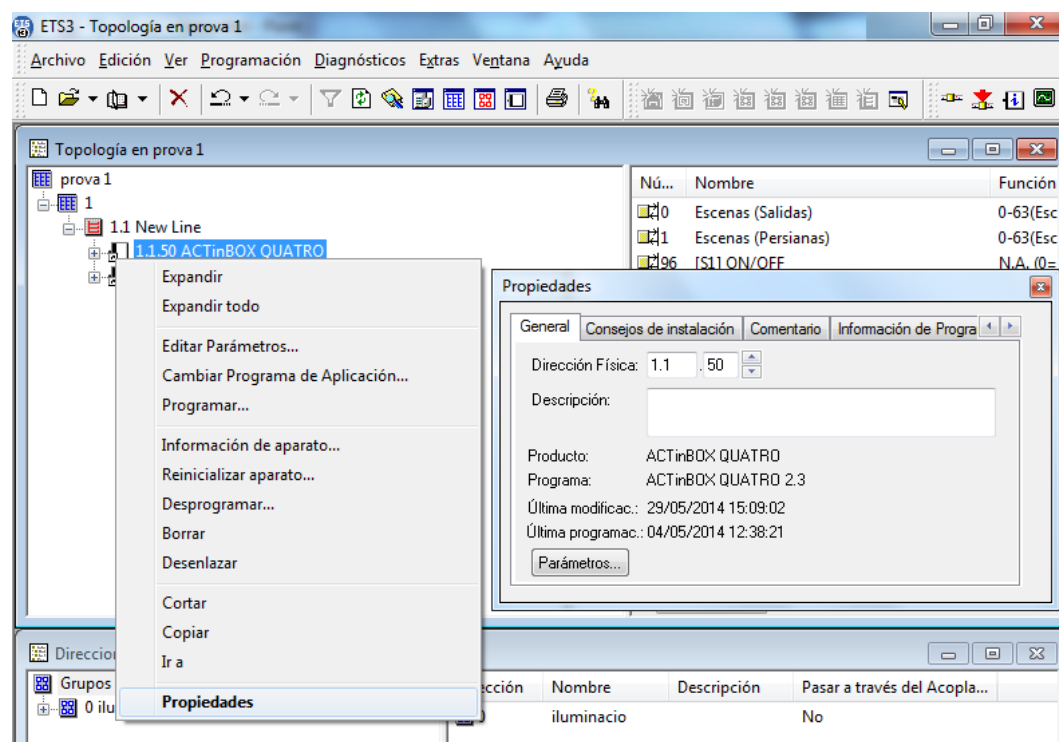


Figura 24 - Assignació d'una Direcció Física

Aquest pas serveix per a assignar a cada dispositiu una Direcció Física, en un ordre i distribució concrets per tal de trobar-los amb facilitat posteriorment a l'hora de configurar l'ús de cadascun.

Un cop completada aquesta part, el següent pas és assignar les Direccions de Grup a la vista que porta aquest mateix nom. D'aquesta manera, les funcions dels dispositius quedaran ordenats pels números que componen la seva Direcció de Grup, per tal de tenir cada funció assignada a una direcció cada vegada que se'n vulgui fer ús.

Una opció és repartir les funcions per temàtiques. Així, per exemple, es pot utilitzar el zero, que es el primer número que es pot assignar, per a la il·luminació, l'u per a climatització, etc.

A l'anterior imatge també es pot observar el botó *Parámetros*, on es podrà escollir quines sortides del mòdul s'habiliten i quines no, entre d'altres. Aquesta configuració depèn de la base de dades descarregada, pel que cada fabricant proporcionarà un tipus de configuració diferent.

Per a l'ActinBOX, en aquest projecte, havent habilitat la Sortida 1, es volen utilitzar dues de les seves funcions, que es poden veure seleccionant-lo a la Vista de Topologia.

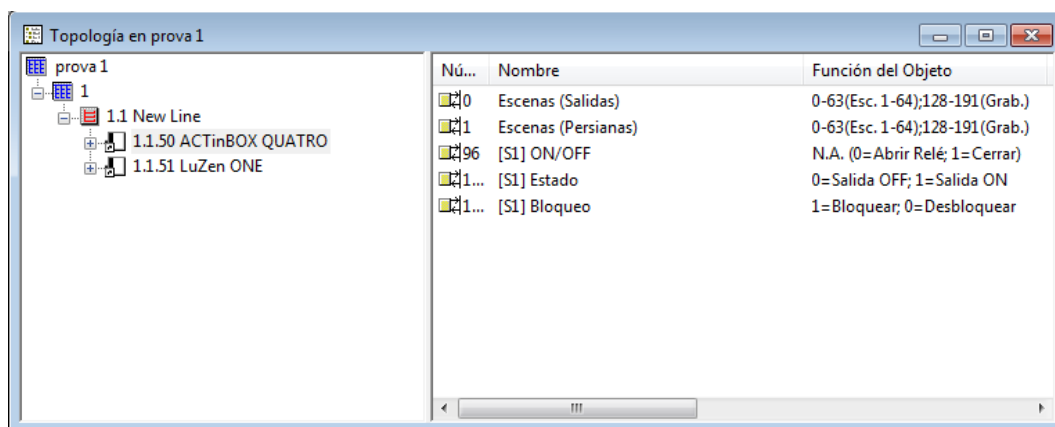


Figura 25 - Funcions disponibles en l'ActinBOX QUATRO

Una de les funcions a utilitzar és la d'interruptor, la capacitat d'obrir o tancar el circuit de la sortida a la que es connectarà el receptor triat. Donat que es vol utilitzar per a il·luminació, el receptor serà un llum.

Per a això, s'ha d'arrossegar la línia:

[S1] ON/OFF

de la Vista de Topologia fins a la carpeta amb la numeració de Direccions de Grup desitjada. Per exemple en aquest cas, aquesta funció ha rebut la Direcció de Grup: 0/1/0.

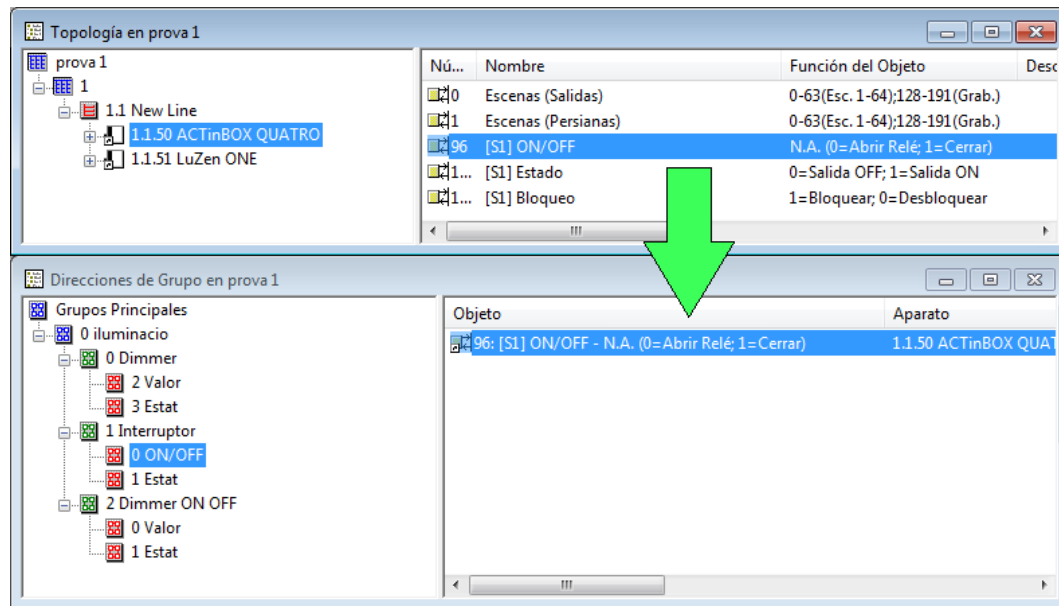


Figura 26 - Assignació d'una Direcció de Grup a la funció d'un mòdul determinat

Anàlogament, s'ha pres:

[S1] Estado

és a dir, que faci una lectura de l'estat del receptor, 0 ò 1, assignat a la Direcció de Grup 0/1/1.

Aquestes funcions d'un bit corresponen al tipus de telegrama EIS1, del que també se'n voldrà fer ús amb el dimmer, que es pot observar a la imatge com a "Dimmer ON OFF", és a dir, que a les funcions equivalents que s'han configurat a l'ActinBOX, se'ls ha assignat les direccions: 0/2/0 i 0/2/1, respectivament.

Altres tipus de telegrama usats són:

- EIS3 i EIS4: Lectura de l'hora i data, respectivament
- EIS5: Utilitzat per rebre el valor de la temperatura que llegeix un dispositiu.
- EIS6: Capaç de transmetre 8 bits, s'usa per a dimmers, que, a part de ser capaços de rebre o enviar un 0 o un 1, també poden transmetre un número entre 0 i 255, utilitzant-lo per a graduar quina unitat percentual de potència rebrà el receptor connectat a la sortida del dimmer.

També s'ha d'assignar una direcció de grup a la funció de lectura de temperatura de la pantalla.

Totes les funcions i tipus de funcions estan disponibles a la Vista de Topologia, en seleccionar el component a consultar, i se'ls assignarà Direccions de Grup segons el criteri escollit.

Una vegada definides la disposició i les Direccions de Grup, s'ha d'establir connexió entre el programa ETS3 i el quadre KNX per a transmetre aquesta informació. Com ja s'ha dit abans, aquesta connexió es pot fer mitjançant el mòdul USB o a través del cable Ethernet. En els dos casos el procediment és similar.

En el cas d'usar el port USB, amb l'ETS3 i el quadre KNX encesos, es connecta l'ordinador amb el quadre mitjançant el cable USB. El següent pas és configurar la connexió. Per a això, a l'ETS3, s'ha de clicar al menú *Extras*, després a *Opciones*, pestanya *Comunicación*, i s'ha de crear una connexió nova a *Configurar Interfaces* del tipus: *USB* del menú desplegable. Si tot és correcte, en clicar al botó *Prueba*, el programa notificarà amb un "OK", indicant que s'ha establert la connexió.

En canvi, si s'utilitza el port Ethernet, el quadre KNX haurà d'estar connectat directament amb el router, mitjançant el mòdul Ethernet, router al que també estarà connectat l'ordinador des del que està operatiu l'ETS3. El tipus de connexió a triar és: *KNXnet/IP*.

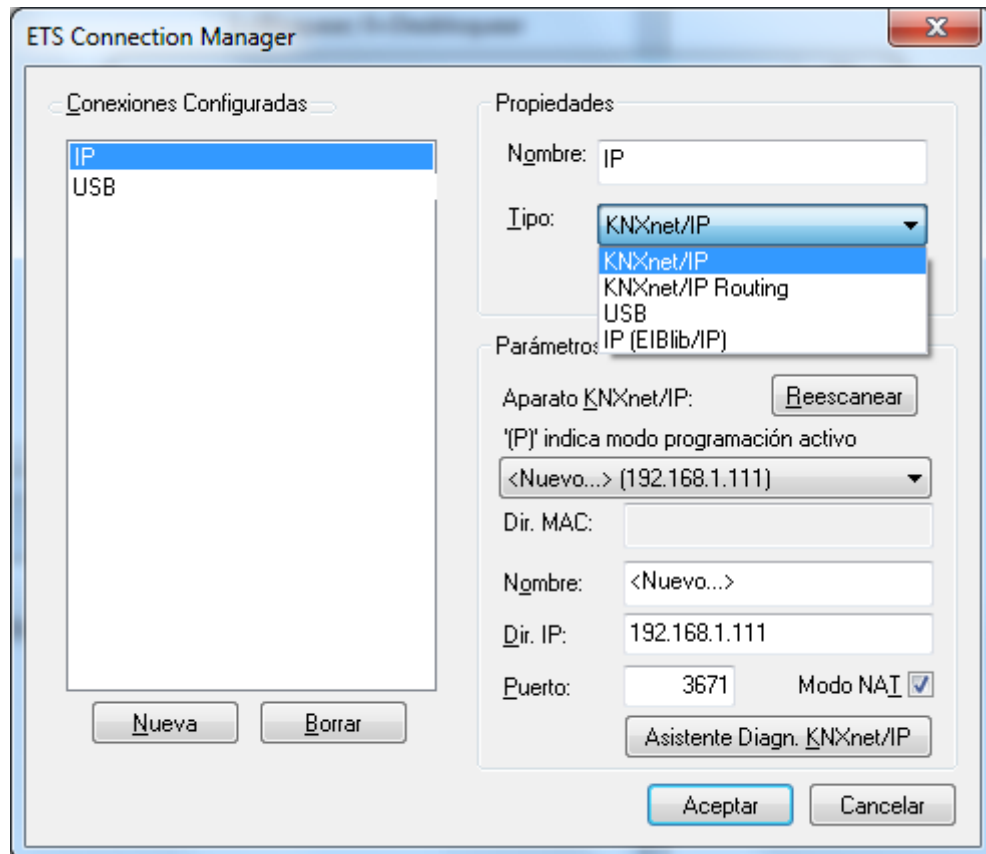


Figura 27 - Configuració a realitzar en cas d'utilitzar el mòdul Ethernet

Mitjançant algun software que detecta tots els aparells connectats al router, com ara l'eina Advanced IP Scanner, es pot recercar la IP del mòdul Ethernet, per a introduir-la a la configuració. Per al port s'ha escollit el numero "3671", que s'haurà d'indicar allà on es requereixi.

També ha de notificar amb l'avís "OK" per a comprovar que la connexió ha estat un èxit.

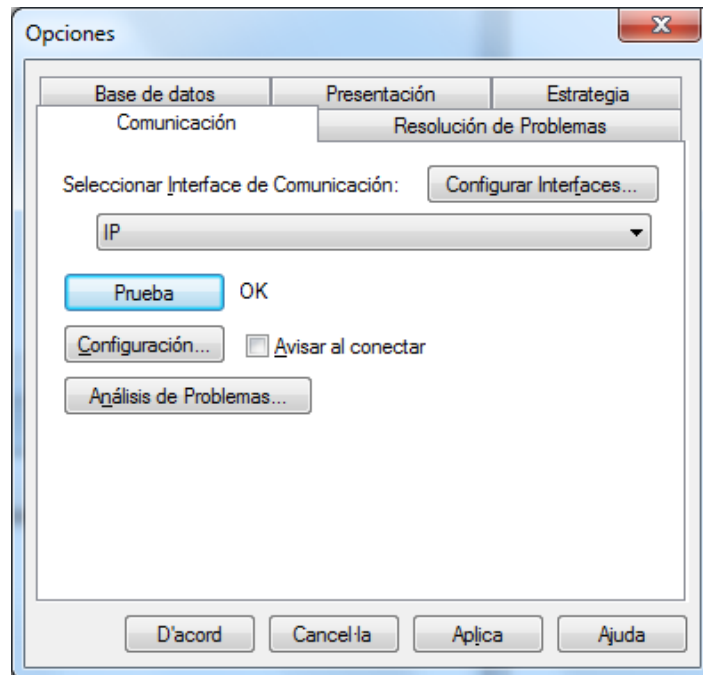


Figura 28 - Notificació del programa ETS3 quan ha establert connexió amb els mòdls KNX

Quan s'hagi establert la connexió, el següent pas és transmetre tota la configuració de Direccions físiques i Direccions de Grup al sistema KNX. Això es s'aconsegueix clicant amb el botó dret als conjunts de la Vista de Topologia i seleccionant *Programar*. Aquest procés implica tenir-hi accés físicament, ja que l'ETS3 demanarà prémer els botons de programació que hi ha a cadascun dels mòduls.

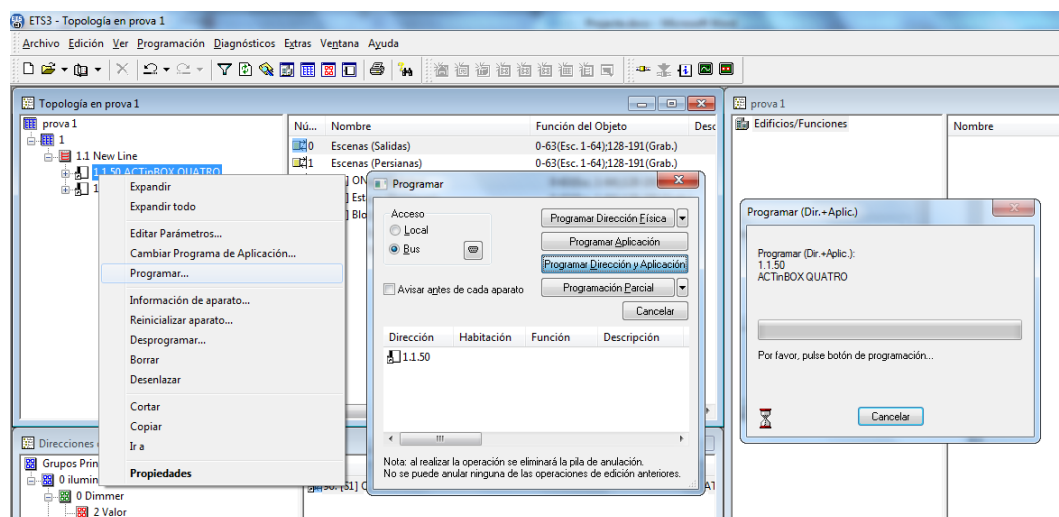


Figura 29 - Mòdul ACTInBOX a punt de ser programat

Un cop programats tots els mòduls, es pot desconectar l'ordinador del quadre KNX, i el sistema està preparat per a funcionar autònomament.

## 6.2. Posada a punt de la Raspberry Pi

Encara que el sistema KNX pugui treballar sol, la Raspberry Pi es configurarà per tal que també pugui donar instruccions als components existents així com fer lectures d'estats, podent accedir als controls de la casa des de qualsevol lloc de l'habitatge.

### 6.2.1. Adquisició

El primer pas, òbviament, és comprar una RP a la web d'algun dels proveïdors. En aquest cas es va optar per RS Delivers, un dels proveïdors que consten a la web oficial de Raspberry Pi.

Aquest procés queda explicat a l'**Annex II**.

A dia d'avui hi ha dos models de Raspberry per a escollir, com ja s'ha dit anteriorment. Donat que el model A no inclou el port Ethernet, que pot ser de gran utilitat en aquest projecte, s'ha optat pel model B.

Havent escollit model es pot donar per finalitzada la compra. Tot i així, hi ha altres components que es poden afegir a la comanda i que són necessaris, com ara la font d'alimentació, que haurà de ser d'unes característiques concretes, com posteriorment s'explicarà, així com el cable de sortida de vídeo que es vulgui utilitzar.

També és necessari estar en possessió d'una targeta SD, segons els creadors, de com a mínim 2Gb. Encara que ja se'n disposi d'una, pot interessar afegir-la a la comanda ja que la targeta adjunta inclou el sistema operatiu que requereix la Raspberry. Si no, es pot descarregar de la web dels creadors i instal·lar-la fàcilment.

Com a simple anècdota, existeix una espècie de moviment de culte sobre la carcassa. La RP ve sense capsa exterior, però es pot amb facilitat trobar proveïdors de capses expressament dissenyades per a la RP, per a que els circuits estiguin més ben protegits de cops, ditades, o altres substàncies externes. També hi ha molts llocs web amb tutorials sobre com construir-se un mateix la carcassa, ja sigui en cartó o materials similars utilitzant retallables existents, o amb peces de Lego. Encara que no serveixi per a millorar-ne el



funcionament, és possible que interressi més tenir una capseta de la que surtin connexions, que no pas una placa amb els circuits electrònics a la vista.

### 6.2.2. Connexions Inicials

Un cop amb la placa a les mans, ja es pot començar a gaudir-ne. Per a encendre la Raspberry PI i poder interactuar amb ella es precisen com a mínim 3 components:

#### Font d'alimentació

Es connecta al port microUSB. Segons les especificacions del proveïdor, aquesta ha de ser de 5V i de 700mA a 1A en el cas del model B. La majoria de telèfons mòbils actuals es carrega també amb una font d'aquestes característiques, pel que no és molt difícil d'aconseguir-ne una. De tota manera, com ja s'ha dit, en demanar la Raspberry també es pot afegir la font a la comanda.



Figura 30- Font d'alimentació connectada a la Raspberry

### Cable per a la sortida de vídeo

La Raspberry disposa de dos modes de treure la imatge. A una banda de la placa hi ha una sortida de vídeo analògica, i a l'altra hi ha la connexió HDMI (High Definition Multimedia Interface). Totes dues són igual d'operatives, però la qualitat d'imatge de l'HDMI és molt superior.



Figura 31 - Les dues modalitats de connexió física disponibles per a la sortida de vídeo

Per defecte, la sortida de vídeo de la Raspberry és l'analògica, i és possible que en connectar-la inicialment mitjançant HDMI, la pantalla notifiqui que no rep cap senyal. Això se soluciona modificant l'arxiu `config.txt` i escrivint, per exemple, les següents expressions:

```
hdmi_safe = 1  
  
hdmi_group=2  
  
hdmi_mode=16
```

És probable que ja hi siguin a l'arxiu, però amb un coixinet (#) a l'inici. Per a activar l'expressió s'ha d'eliminar el símbol i reiniciar la Raspberry.

Els valors que consten configuren mides i resolucions de pantalla, i es poden variar segons les característiques de la pantalla que s'utilitzi.

Una connexió que es pot trobar a faltar és la connexió típica en ordinadors: VGA. Pot resultar confús assabentar-se de que no és possible utilitzar aquest tipus de connexió, però els propis creadors opinen i fan saber al seu lloc web que consideren que els ports VGA es troben al final de la seva vida tecnològica, i que de tota manera no milloraria les capacitats de la placa.

La majoria de pantalles d'ordinador només tenen la connexió VGA, pel que serà necessari fer ús d'una pantalla de més prestacions, o d'un televisor, que encara que no disposi de connexió HDMI, ben segur que té l'entrada de vídeo analògica, identificable molt fàcilment donat que es tracta d'un piuet groc seguit de dos més, un de blanc i un de vermell, presents en qualsevol televisor fabricat les darreres dècades.

### **Perifèrics per a l'entrada de dades**

Com ara el teclat i el ratolí. Per a això, la Raspberry (model B) disposa de dues connexions USB.

Encara que amb el teclat ja es tingui prou per a començar a treballar amb la Raspberry utilitzant la seva terminal, iniciar la interfície gràfica també és necessari per a explotar tot el seu potencial, per a utilitzar alguns dels seus programes, navegar per internet, de manera que els dos ports USB existents es veuen ocupats només en fer pràcticament el mínim ús de la placa, evitant poder connectar altres dispositius amb connexió USB.

Encara que poc comú, una solució podria ser utilitzar un teclat i ratolí que fessin ús d'un sol port USB, com en el cas de ratolí i teclat sense fils que es venen conjuntament, amb la mateixa unitat receptora.

Si no és el cas, això obliga inevitablement a tenir en possessió un Hub USB, o lladre USB, un aparell que es connecta al USB i a l'altre extrem en disposa normalment 4 de lliures, permetent tenir ports USB lliures encara que estiguin connectats el teclat i el ratolí.



Figura 32 - Hub USB amb 4 ports USB de sortida

Tot i això, es recomana que en aquest cas, el Hub disposi de la seva pròpia font de tensió, donat que és possible que la intensitat de la font de la Raspberry sigui insuficient per a alimentar amb efectivitat tots els dispositius connectats a ella.

De tota manera, per a les configuracions inicials, amb la font, la sortida de vídeo i el teclat i el ratolí és suficient.

La Raspberry no disposa de cap interruptor, de manera que encendre-la o pararla depèn només de si la corrent arriba per la connexió microUSB. En el moment que es connecta, s'encén, i si es vol parar, s'ha de desconnectar de la font.

Se sap que la placa està connectada a la xarxa elèctrica perquè s'encenen uns senyals visuals, indicant que ha entrat en funcionament.

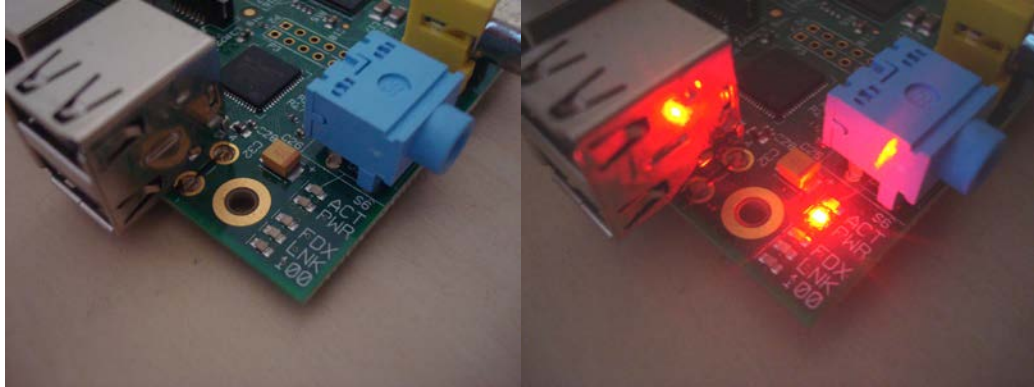


Figura 33 - Raspberry PI sense i amb connexió a la xarxa elèctrica pel port microUSB

Com es pot observar, el Led PWR (Power) s'encén, i, encara que no es pugui apreciar aquí, el Led ACT fa pampallugues.

També és precís que la targeta SD estigui introduïda a la ranura pertinent en el moment que es connecta a la font.

### 6.2.3. Encesa

El primer cop que es connecta la Raspberry PI, s'obre el menú de configuració "raspi-config".

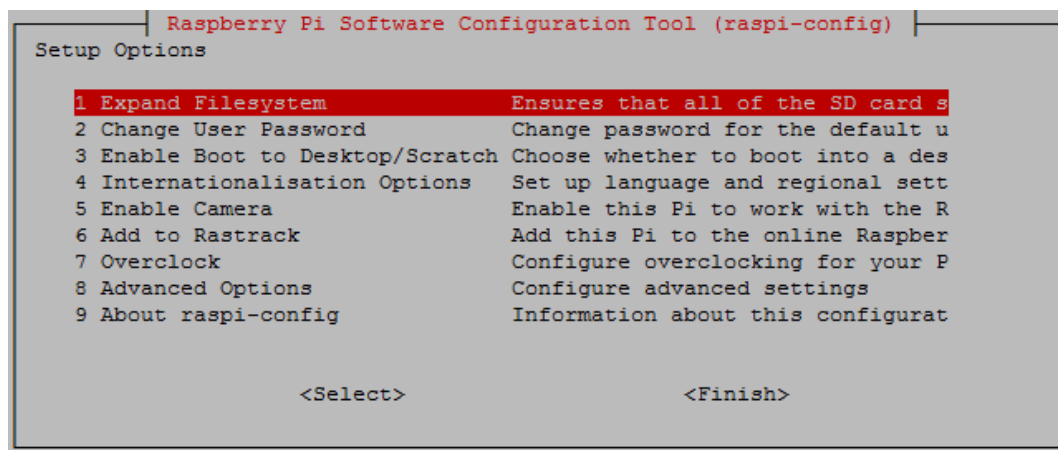


Figura 34 - Aspecte del menú "raspi-config"

No és precís modificar res, a més, s'hi pot accedir en el moment desitjat escrivint a la terminal:

```
$ raspi-config
```

Aquesta és l'aparença que tenen els comandaments que s'entren a la consola. En qualsevol llibre, lloc web, o en el present projecte, els comandaments descrits estan en una font diferent, i presenten el símbol del dòlar (\$) al principi. Això, facilita la distinció entre el comandament enunciat i la resta del contingut del projecte.

A part d'això, donat que alguns comandaments tenen una gran longitud de caràcters, el dòlar també serveix per a no confondre's: cada símbol de dòlar implica un i només un comandament, pel que una línia de comandament sense símbol vol dir que és la continuació de la línia anterior, degut a la seva gran llargària.

A la terminal també s'aclareixen altres aspectes, com es pot veure a la següent imatge.

A screenshot of a terminal window with a black background. The prompt 'pi@raspberrypi ~ \$' is displayed in green and blue text.

Figura 35- Línia d'entrada de comandaments

Apart del símbol del dòlar al final de línia ja explicat, es poden veure dues informacions més:

`pi@raspberrypi`: Indica el nom de l'usuari i que la placa està a punt per a que s'entrin comandaments.

`~` : Aquest símbol indica a quina carpeta es troba actualment treballant la Raspberry. Qualsevol acció s'efectuarà a la carpeta que aquí s'indica, com ara descarregar un arxiu, descomprimir-lo, modificar-lo, copiar-lo a una altra carpeta, instal·lar un programa, etc.

Per defecte es mostra "`~`", equivalent a la carpeta `/home/pi/`, una carpeta dedicada a l'usuari, per a que s'hi guardin els propis documents. A més, és l'única a la que s'hi pot accedir en cas de accedir a la targeta SD des d'un altre ordinador mitjançant un lector de targetes.

A screenshot of a terminal window with a black background. The first line shows the prompt 'pi@raspberrypi /home \$' and the second line shows 'pi@raspberrypi / \$', both in green and blue text.

Figura 36 - Línia de comandaments situat en altres carpetes

En cas de no ser a `/home/pi/` es mostra a quina carpeta s'està actualment. Si es mostra només una barra "/" significa que és la carpeta principal, l'equivalent a `C://`.

Alguns comandaments poden ser perillosos per al sistema operatiu i els arxius de la targeta degut a distraccions i/o usuaris inexperts. És per això que moltes vegades, sobretot movent, barrant un arxiu o modificant-ne el contingut, la consola retornarà el missatge "*Permís denegat*". Això és perquè a l'hora d'entrar el comandament cal informar a la placa que es tracta d'un usuari administrador (root) efectuant canvis. Això es fa iniciant el comandament amb la paraula `sudo`. S'ha d'anar en compte ja que identificar-se com a usuari root obligarà a la Raspberry a efectuar allò que se li ha manat, sense demanar més confirmacions.

Encara que la placa pugui iniciar-se sense modificar la configuració inicial `raspi-config`, el primer cop és millor modificar algunes opcions que milloraran la interacció amb la placa.

### **Canvi de contrasenya d'usuari:**

Cada vegada que es vulgui iniciar la Raspberry Pi, aquesta preguntarà un nom d'usuari i la seva corresponent contrasenya. Per defecte, aquests són, respectivament, "*pi*" i "*raspberrypi*". És bastant recomanable canviar la contrasenya per defecte, per a assegurar-se que ningú més accedirà a la pròpia sessió. Per a fer això, s'ha de triar l'opció:

```
2 Change User Password
```

Si és el primer cop que s'ha iniciat la placa, no preguntarà que abans s'introdueixi la contrasenya original.

### **Configuracions de Zona Horària i idioma del teclat:**

No modificar l'idioma del teclat pot portar problemes degut a que per defecte l'idioma és l'anglès. Això significa que la distribució de les tecles és diferent a la que estem acostumats, principalment els signes, molt utilitzats a l'hora de introduir comandaments a la terminal. Per a modificar aquestes opcions, es triarà l'opció:

```
4 Internationalisation Options
```

```
I1 Change Locale
```

Aquí apareix una llista de tots els idiomes de teclat disponibles, i marcats es poden observar els que hi ha activats, que en aquest cas és el "`en_EN UTF-8`". Les dues primeres lletres corresponen a l'idioma, en aquest cas "`english`", i les següents al país, "`England`". Si no es vol fer servir aquest idioma es pot desmarcar de la llista usant la tecla `ESPAI`, per a posteriorment marcar el

desitjat. Per a realitzar aquest projecte s'ha utilitzat l'idioma "es\_ES UTF-8", corresponent a "espanyol" i "Espanya". Un cop marcat s'accepten els canvis amb la tecla INTRO.

### I2 Change Time Zone

En aquest menú s'ha de seleccionar la localització, en aquest cas: "Europe" i "Madrid".

### I3 Change Keyboard Layout

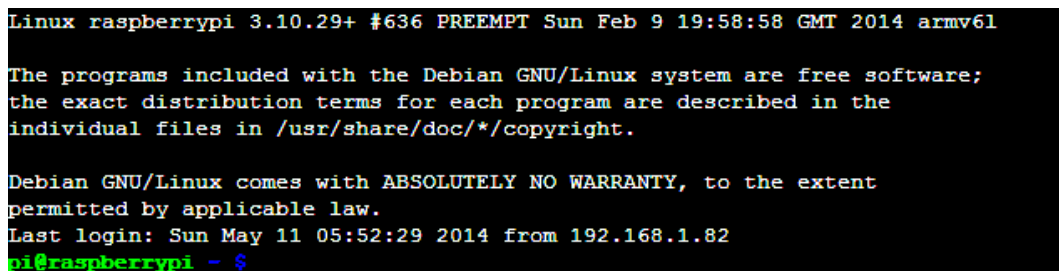
Per a acabar de configurar el teclat s'han de triar les opcions corresponents al perifèric de que es disposi. Apareix una llista amb fabricants i models de teclat per a poder escollir, encara que la selecció "Generic 105-key" és suficient.

Després d'això es mostra una llista d'idiomes de teclat, tots d'anglès. S'ha de triar l'opció "Other", per a després seleccionar "Spanish", i finalment l'opció "Spanish-Catalan" donat que, com diu, s'inclou l'opció del punt de la ela geminada (·).

"Finish" per a acceptar els canvis i iniciar la Raspberry.

Tal com s'ha dit, el primer que requereix la placa en iniciar-se és la introducció del nom d'usuari i contrasenya.

Un cop introduïts, es mostra la terminal, o consola, lloc en el que la Raspberry espera instruccions per a desenvolupar qualsevol procés que se li demani.



```
Linux raspberrypi 3.10.29+ #636 PREEMPT Sun Feb 9 19:58:58 GMT 2014 armv6l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Sun May 11 05:52:29 2014 from 192.168.1.82
pi@raspberrypi ~ $
```

Figura 37 - Terminal o consola, on la Raspberry espera a que s'introdueixin ordres

En aquest moment es pot començar ja a instal·lar el programari necessari. Per a això, la Raspberry haurà de tenir accés a Internet, que s'aconseguirà connectant-la al router amb el cable Ethernet. Mitjançant aquesta opció, la placa estarà directament connectada a la xarxa sense caldre més configuracions. S'encendran uns LEDs a la placa indicant que hi ha transmissió de dades, i que per tant, s'ha establert la connexió.



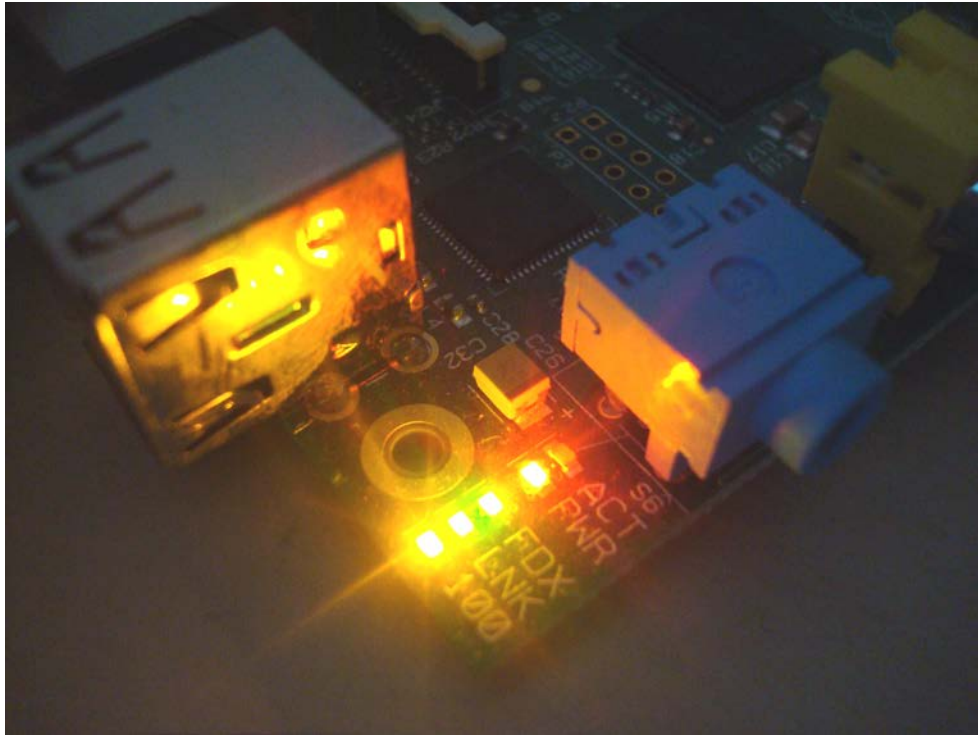


Figura 38 - Indicadors encesos amb connexió a un router

Si no és possible o còmode aquesta connexió, també es pot fer ús d'un adaptador WiFi, que es connectarà a un dels ports USB disponibles, pel que, si el ratolí i teclat ocupen els dos ports, a partir d'aquest punt ja s'haurà de fer ús d'un Hub USB.



Figura 39 - Adaptador WiFi per a port USB

Qualsevol instal·lació, configuració o modificació d'un arxiu es pot fer mitjançant la terminal. Tot i així, molts cops és més còmode iniciar la interfície gràfica i efectuar les mateixes accions en aquest entorn i amb l'ajuda del ratolí. Per a això, s'ha d'escriure a la terminal:

```
$ startx
```

La interfície visual que es mostra és molt semblant a d'altres sistemes operatius.

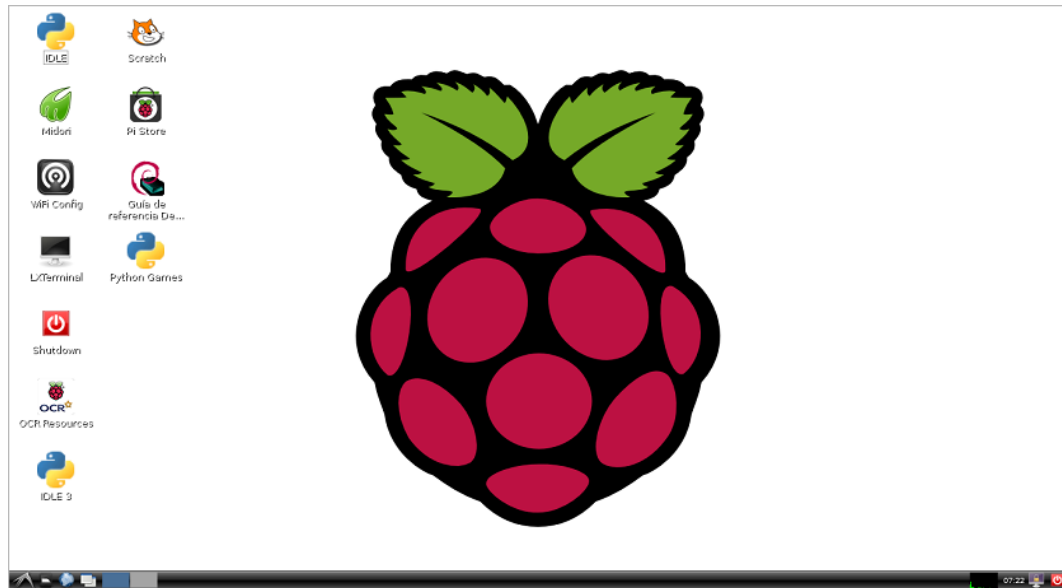


Figura 40 - Aparença de l'escriptori de la versió LINUX que utilitza la Raspberry

Com es pot observar, es mostra l'escriptori, la barra d'inici i icones dels programes ja instal·lats per defecte. Per a configurar la connexió a Internet via WiFi s'ha de clicar a la icona "WiFi-Config". Mitjançant *Scan* es pot buscar el nom de la connexió que ofereix el router del que es disposa, i a l'apartat PSK s'introdueix la contrasenya de la connexió.

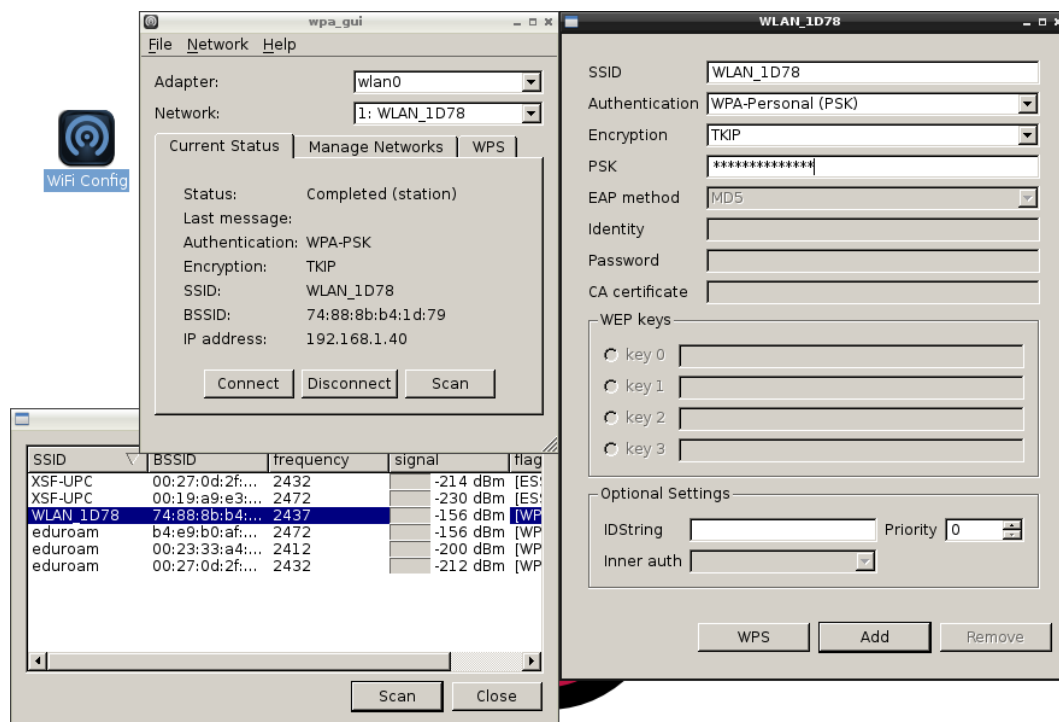


Figura 41 - Configuració de la connexió a internet sense fils

## 6.2.4. Manipulació de la Raspberry mitjançant Control Remot

Si no es disposa d'una pantalla adient, es pot configurar la Raspberry per a poder accedir-hi remotament des d'un altre equip, amb una pantalla, visualització o resolució millors. Això es pot fer mitjançant el software Putty. Aquest permet iniciar la terminal de la Raspberry des d'un ordinador aliè, sempre que els dos estiguin connectats a la mateixa xarxa local. Per a això, s'ha d'accedir al menú `raspi-config`:

8 Opcions Avançades

A4 SSH

Activant (Enable) el servei SSH es permet que un ordinador extern sigui capaç d'introduir comandaments a la terminal de la Raspberry.

Per a poder-ho utilitzar, s'ha de conèixer la IP interna de la RP, que es pot conèixer per diferents mètodes:

- Amb l'eina ja anomenada Advanced IP Scanner. L'escanejat mostrarà una llista de tots els aparells connectats al router.

- Si la Raspberry té pantalla pròpia, es pot consultar a la terminal:

```
$ ifconfig
```

Que informarà de si la placa està connectada mitjançant Ethernet o WiFi, i quina IP interna té assignada.

```
pi@raspberrypi ~ $ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr b8:27:eb:9c:be:36
          inet addr:192.168.1.39  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:4546 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:3846 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:492662 (481.1 KiB)  TX bytes:2962274 (2.8 MiB)

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:14390 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:14390 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:103213200 (98.4 MiB)  TX bytes:103213200 (98.4 MiB)
```

Figura 42- Captura del comandament `$ ifconfig`

Com es pot observar, informa de la IP a l'apartat `eth0`, indicant que la connexió és a través del cable Ethernet. En utilitzar l'adaptador WiFi, apareixeria en `wlan0`.

Per a no haver de realitzar aquesta consulta cada vegada, es pot configurar la Raspberry per a que tingui IP estàtica, de manera que sempre serà la mateixa.

Això es fa modificant l'arxiu situat a:

```
/etc/network/interfaces
```

i substituir la línia:

```
iface eth0 inet dhcp
```

Per les següents:

```
iface eth0 inet static
address 192.168.X.X
netmask 255.255.255.0
gateway 192.168.1.1
```

On `address` és la direcció que es vol fixar, i `gateway` és el valor de la IP del router, que normalment sol ser la que es mostra.

## 6.2.5. Software Utilitzat a la Raspberry

Arribats a aquest punt, la placa ja és a punt per a començar amb la instal·lació i configuració del software necessari. Donat que el sistema KNX ja està configurat, es precisa de software que sigui capaç d'enviar, rebre i traduir els telegrams dels que fa ús KNX.

Per a això es faran servir dos programes: Eibd Daemon i LinKNX.

Eibd és un programa que s'executa en segon pla i que és capaç de connectar-se a KNX mitjançant les diferents tipologies d'enllaç, entre elles, les utilitzades en aquest projecte: USB i KNXnet/IP, podent així enviar i rebre telegrams.

En canvi, LinKNX guarda el valor de l'estat de totes les Direccions de Grup que constin al seu arxiu de configuració, de manera que qualsevol consulta d'estat es faci de forma instantània, sense haver-ho de sol·licitar al bus.

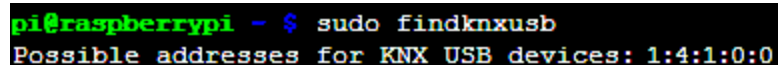
La instal·lació d'aquests dos programes queda detallada a l'**Annex III**.

Un cop instal·lat l'Eibd, la Raspberry ja és capaç de controlar els dispositius del sistema KNX, mitjançant l'ordre `groupswrite`. Aquestes ordres es poden enviar mitjançant les vies que també permet l'ETS3. En aquest projecte es mostra com configurar l'Eibd per enviar les ordres al mòdul USB o al mòdul Ethernet.

Per a això, primer s'inicia l'EIBD indicant de quin tipus de connexió es disposa. En el primer cas, donat que el mòdul KNX està connectat a la Raspberry per USB, primer cal saber quin dels ports USB és, pel que s'ha d'introduir a la terminal:

```
$ findknxusb
```

obtenint la següent resposta:



```
pi@raspberrypi ~ $ sudo findknxusb  
Possible addresses for KNX USB devices: 1:4:1:0:0
```

Figura 43 - Ús del comandament `findknxusb` per a obtenir la direcció del port usat

És possible que, encara que estigui clarament connectat, no doni cap valor. Això és perquè també cal identificar-se primer com a superusuari, pel que s'escriurà `sudo` a l'inici del comandament.

Un cop trobada la direcció USB, es pot iniciar el programa Eibd. Això es fa mitjançant:

```
$ eibd -D -d -S -T -i usb:1:4:1:0
```

Les partícules `-D`, `-d`, etc. són opcions a triar a l'hora d'executar un programa, i es poden consultar totes elles amb l'opció `-help`:

```
$ eibd -help
```

Aquesta visualització de les opcions queda explicada també a l'**Annex III**.

La direcció USB, com es pot veure, només té les quatre primeres xifres que s'han obtingut amb l'ordre `findknxusb`, ja que així ho requereix l'eibd.

Es pot comprovar que el programa s'ha iniciat correctament posant-lo a prova. Per a enviar un telegrama al mòdul KNX s'usarà el comandament `groupswrite` amb la següent estructura:

`groupswrite + ip + direcció de grup + valor donat`

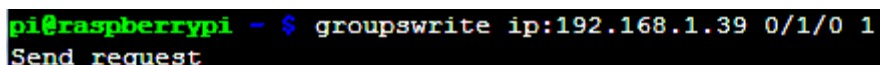
Sempre és necessari indicar a quina direcció IP es troba el sistema KNX, encara que s'estigui utilitzant el port USB. La IP en aquest cas és la mateixa que la de la Raspberry, donat que està connectat a ella, pel que es pot trobar com s'ha explicat abans, amb l'ordre `ifconfig`, o la que s'hagi escollit en configurar una IP estàtica. Tot i així, existeix un valor d'IP que qualsevol computadora entén com a pròpia, i és: "127.0.0.1".

La Direcció de Grup és aquella que s'ha assignat a l'hora de configurar el sistema mitjançant l'ETS3, la corresponent al dispositiu al que volem enviar l'ordre; i el valor donat és l'estat al que el volem tenir.

Aplicant-ho a l'accionador que s'ha configurat anteriorment a l'apartat KNX, l'ordre seria:

```
$ groupswrite ip:127.0.0.1 0/1/0 1
```

Seguidament, la Raspberry hauria de retornar el missatge `Send request`, i s'hauria d'activar el dispositiu connectat a la respectiva sortida de l'accionador.



```
pi@raspberrypi ~ $ groupswrite ip:192.168.1.39 0/1/0 1
Send request
```

Figura 44 - Captura de l'enviament d'un telegrama usant eibd

En el cas de tenir el mòdul connectat directament al router mitjançant Ethernet, els comandaments són els mateixos, però la IP a introduir és la corresponent al mòdul KNX, la que s'ha utilitzat en configurar la connexió del sistema KNX amb el programa ETS3, o tornar a fer servir l'escanejat de dispositius amb Advanced IP Scanner.

```
$ eibd -D -d -S -T -i ipt:192.168.1.40:3671
```

```
$ groupwrite ip:192.168.1.40 0/1/0 1
```

Qualsevol dels dos mètodes o connexions funciona igual de bé, pel que l'elecció d'un o un altre respondrà als mòduls de què es disposi, o segons el criteri del configurador.

Un cop l'Eibd funciona, el LinKNX en pot fer ús, ja que aquell l'informa de quin tipus de connexió s'ha emprat per a la comunicació amb KNX.

Abans de tot cal configurar l'arxiu de configuració de LinKNX. Aquest es troba ubicat a la carpeta on s'hagi instal·lat el programa, en aquest cas, /home/pi/.

Per tant, l'arxiu es troba a la carpeta: /home/pi/linknx/conf/, i s'anomena: linknx.xml

Aquest arxiu ve preconfigurat per defecte, i té aquest aspecte:

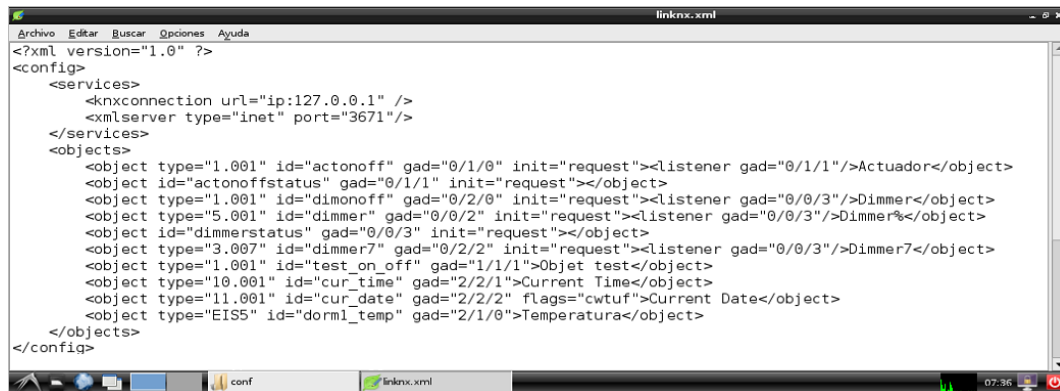


Figura 45 - Captura del contingut de l'arxiu linknx.xml

S'hauran d'afegir, a l'apartat d'*objects*, tots aquells components que tenen una Direcció de Grup, i que per tant, se'n vol consultar o imposar un estat. Per a fer-ho, s'ha d'afegir una línia en que hi consti el tipus de receptor, el nom que se li dóna i la Direcció de Grup, entre d'altres.

Per exemple, per a introduir l'actuador, a l'apartat *objects* s'afegirà:



```
<object type="1.001" id="actonoff" gad="0/1/0"
  init="request"><listener gad="0/1/1"/></object>

<object gad="0/1/1" init="request"></object>
```

Com es pot veure, s'introdueix una línia per a cada Direcció de Grup creada a l'ETS3. En primer lloc es descriu el tipus, 1.001, que equival a EIS1, com anteriorment s'ha explicat. Amb el contingut dels atributs "id" i "gad", linknx farà una relació entre la Direcció de Grup que hi consta i el nom que se li ha donat. Aquest nom, en aquest cas, "actonoff", es podrà utilitzar posteriorment al codi HTML en cas de voler enviar ordres a l'actuador. També s'afegeix "listener", indicant quina Direcció de Grup llegirà els estats d'aquest receptor. La Direcció de Grup de lectura també requereix una línia a l'arxiu, com un objecte més.

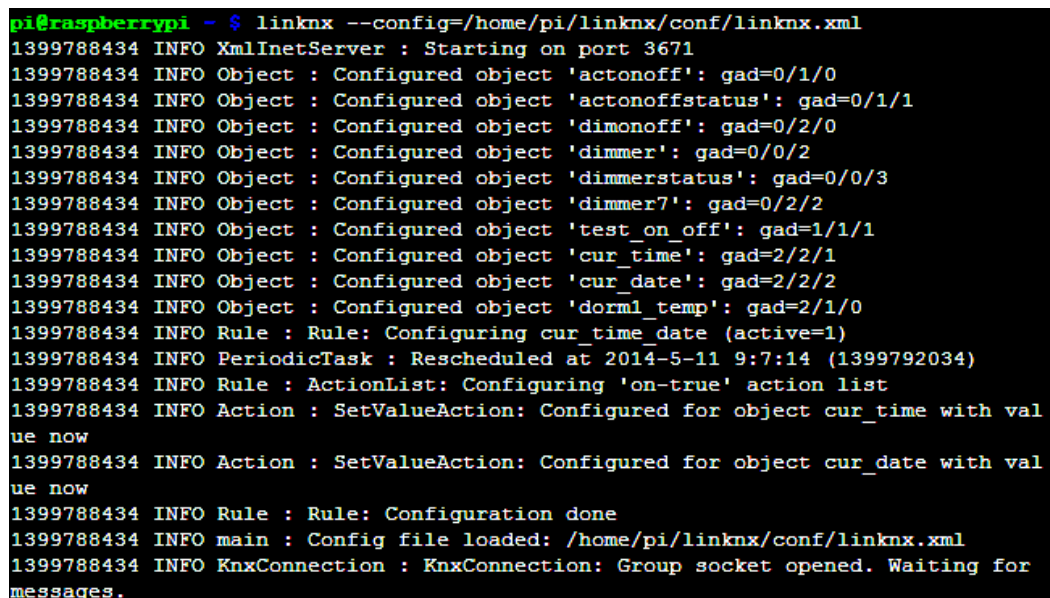
Per a iniciar el programa, s'ha d'introduir a la terminal:

```
$ linknx --config=/ruta/fins/linknx.xml
```

On ruta/fins/linknx.xml és, òbviament, la ruta fins l'arxiu en qüestió, en aquest cas, la que s'ha dit anteriorment, per tant:

```
$ linknx --config=/home/pi/linknx/conf/linknx.xml
```

Si tot és correcte, la consola mostrarà un seguit de missatges semblant a la següent imatge:



```
pi@raspberrypi ~ $ linknx --config=/home/pi/linknx/conf/linknx.xml
1399788434 INFO XmlInetServer : Starting on port 3671
1399788434 INFO Object : Configured object 'actonoff': gad=0/1/0
1399788434 INFO Object : Configured object 'actonoffstatus': gad=0/1/1
1399788434 INFO Object : Configured object 'dimonoff': gad=0/2/0
1399788434 INFO Object : Configured object 'dimmer': gad=0/0/2
1399788434 INFO Object : Configured object 'dimmerstatus': gad=0/0/3
1399788434 INFO Object : Configured object 'dimmer7': gad=0/2/2
1399788434 INFO Object : Configured object 'test_on_off': gad=1/1/1
1399788434 INFO Object : Configured object 'cur_time': gad=2/2/1
1399788434 INFO Object : Configured object 'cur_date': gad=2/2/2
1399788434 INFO Object : Configured object 'dorm1_temp': gad=2/1/0
1399788434 INFO Rule : Rule: Configuring cur_time_date (active=1)
1399788434 INFO PeriodicTask : Rescheduled at 2014-5-11 9:7:14 (1399792034)
1399788434 INFO Rule : ActionList: Configuring 'on-true' action list
1399788434 INFO Action : SetValueAction: Configured for object cur_time with value now
1399788434 INFO Action : SetValueAction: Configured for object cur_date with value now
1399788434 INFO Rule : Rule: Configuration done
1399788434 INFO main : Config file loaded: /home/pi/linknx/conf/linknx.xml
1399788434 INFO KnxConnection : KnxConnection: Group socket opened. Waiting for messages.
```

Figura 46 - Execució del programa linkNX

On el programa fa un llistat de les direccions de grup que consten a linknx.xml, i acaba amb la frase:

```
KnxConnection: Group socket opened. Waiting for messages.
```

Indicant que el programa s'està executant i que resta a l'espera d'ordres o lectures que puguin arribar mitjançant el protocol TCP/IP.

## 6.2.6. Autoexecució del Software Instal·lat

Per finalitzar, queda un últim aspecte per a configurar.

La Raspberry ja té tot el software necessari per a comunicar-se amb el sistema domòtic, i també per a rebre ordres d'algun dispositiu extern. Això obliga a iniciar aquest software cada vegada que s'inicia la Raspberry, amb els comandaments ja descrits. Deixar-ho així obligaria l'usuari a escriure aquests comandaments cada vegada que se'n volgués fer ús, amb la consegüent necessitat de tenir els perifèrics que calen, i que l'usuari hagués de tenir un mínim de coneixements per a escriure'ls.

Cal programar aquest software per a que s'autoexecuti en iniciar-se la Raspberry. Per a això, s'ha de modificar l'arxiu: `/etc/rc.local`. Al final d'aquest, s'haurà d'afegir, per al cas de la connexió Ethernet, per exemple:

```
eibd -D -d -S -T -i ipt:192.168.1.111:3671

echo Starte LINKNX

PATH=/usr/local/bin/

linknx --config=/home/pi/linknx/conf/linknx.xml
```

A part d'això, s'haurà d'eliminar la última línia, on hi consta:

```
exit 0
```

Fet això, la Raspberry iniciarà el software cada vegada que es connecti a la xarxa elèctrica, evitant així haver d'introduir els mateixos comandaments una vegada i una altra, a part de permetre la possibilitat de prescindir dels perifèrics un cop el servidor estigui al complet.

### 6.3. Pàgina Web

La Raspberry s'utilitza com a eina capaç de comunicar-se amb els mòduls, però com ja s'ha dit, també es farà servir com a servidor, de manera que qualsevol dispositiu que s'hi pugui connectar també tindrà accés a KNX.

Aquesta web s'ubicarà a la carpeta que utilitza el programa Apache, que és `/var/www/`. Qualsevol arxiu o carpeta ubicats aquí, podran ser consultats des d'un altre dispositiu per mitjà d'un navegador web. Per exemple, si hi ha un arxiu anomenat "index.html", s'hi podrà accedir escrivint a la barra de direccions:

`IPdelaRaspberry/index.html`

El codi de la pàgina web construïda i el seu funcionament s'expliquen a l'**Annex IV**.

En accedir-hi, es mostra una pàgina com a presentació, des de la que es pot accedir a la pàgina principal. Aquesta té la següent aparença:

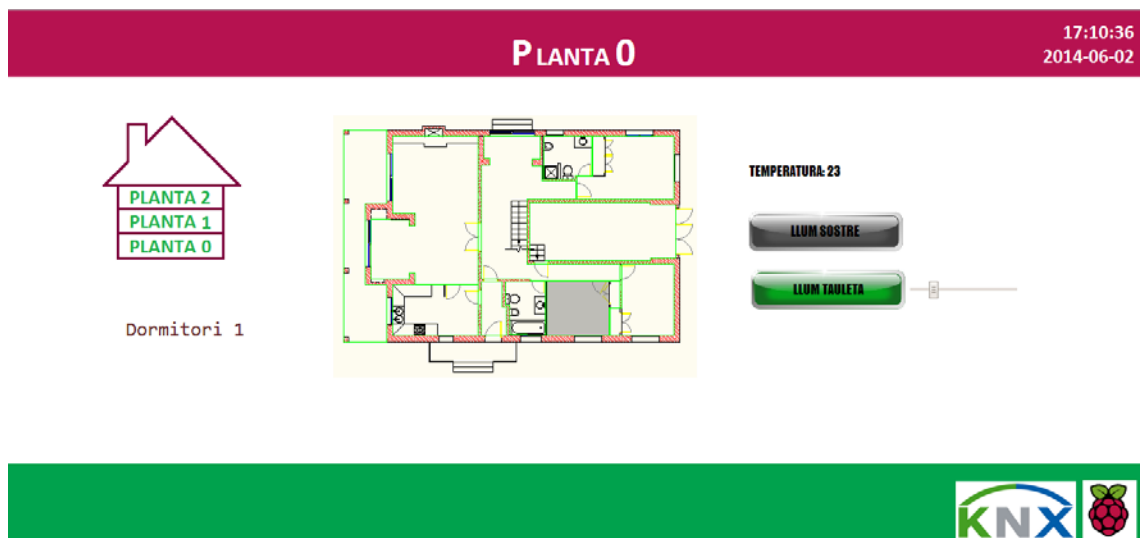


Figura 47 - Captura de pantalla de la pàgina web

Com es pot veure, s'indica quina planta i quina estància de l'habitatge s'està observant, mitjançant el títol i el text a l'esquerra de la imatge central.

Per a navegar entre habitacions s'ha d'utilitzar aquesta imatge, simplement clicant a qualsevol estància. També es pot veure com l'estància consultada apareix ombrejada, per a estar situat en tot moment.

Per a canviar entre plantes, s'ha d'utilitzar la imatge de la caseta que hi ha a la part esquerra, també clicant-hi al damunt.

Per últim, a la dreta de la imatge es mostren tots els receptors disponibles en aquella imatge, així com el valor de la temperatura. El color del botó juntament amb la posició de la barra lliscant, si n'hi ha, informen de l'estat del receptor. Clicant sobre els botons o desplaçant el marcador de la barra es pot canviar l'estat de cadascun dels receptors.

Encara que s'estigui controlant des d'un dispositiu mòbil, és la Raspberry qui gestiona totes aquestes ordres i lectures.

## 7. CONCLUSIONS

Com es pot veure, el control dels receptors és simple i intuïtiu. Malgrat tot el contingut teòric i la complexitat de les configuracions requerides, l'usuari pot fàcilment controlar qualsevol aparell connectat al sistema KNX. I amb l'objectiu més important aconseguit: l'usuari només ha d'introduir la *url* que accedeix al control de l'habitatge, sense haver de tocar ni els mòduls KNX ni la Raspberry Pi, que és qui ho controla tot.

A més, s'ha esquivat el gran problema ja enunciat de KNX: el preu. Programant la Raspberry s'ha afegit un component "KNX" més al sistema domòtic, amb un preu molt inferior, però que es pot programar per al que es vulgui, no té cap manual sobre quines limitacions té a l'hora de treballar sobre els receptors als que està connectat, la limitació l'aporta qui elabora el codi.



Així, s'ha aconseguit visualitzar i modificar els estats dels components connectats a KNX, amb una solució molt més econòmica, i amb un gran potencial d'idees per a programar.

Inclús hi ha un punt a favor més: Una computadora ordinària amb LINUX també hagués desenvolupat la mateixa funció, però la Raspberry, a banda de l'espai reduït, també té un consum molt inferior als altres, restant perjudicis al fet de tenir-la 24 hores de funcionament perpetu.

La Raspberry Pi té moltes aplicacions, veient els seus avantatges i el gran potencial, però unir forces amb el món de la domòtica és, sens dubte, una molt bona idea. Això segueix sense aturar-se.

## **ANNEX I -**

## **ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES DE LA RASPBERRY PI**

	Raspberry Pi Model A	Raspberry Pi Model B
Placa Raspberry Pi		
<b>Preu</b>	\$25	\$35
<b>SoC</b>	Broadcom BCM2835 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + port USB)	
<b>CPU</b>	ARM1176JZF-S a 700 MHz (família ARM11)	
<b>GPU</b>	Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, -2 y VC-1 (amb llicència), 1080p30 H.264/MPEG-4 AVC	
<b>Memòria (SDRAM)</b>	256 MB (compartits amb la GPU)	512 MB (compartits amb la GPU)
<b>Ports USB 2.0</b>	1	2 (via hub USB integrat)
<b>Entrades de vídeo</b>	Connector [MIPI] CSI que permet instal·lar un mòdul de càmera desenvolupat per la RPF	
<b>Sortides de vídeo</b>	Connector RCA (PAL y NTSC), HDMI (rev1.3 y 1.4), Interfície DSI para panel LCD	
<b>Sortides d'àudio</b>	Connector de 3.5 mm, HDMI	
<b>Emmagatzematge integrat</b>	SD / MMC / ranura para SDIO	
<b>Connectivitat de xarxa</b>	Cap	10/100 Ethernet (RJ-45) via hub USB
<b>Perifèrics de baix nivell</b>	8 x GPIO, SPI, IC, UART	
<b>Relotge en temps real</b>	Cap	
<b>Consumo energètic</b>	500 mA, (2.5 W)	700 mA, (3.5 W)
<b>Font d'alimentació</b>	5 V via Micro USB o GPIO header	
<b>Dimensions</b>	85.60mm x 53.98mm	
<b>Sistemes Operatius suportats</b>	Debian (Raspbian), Fedora (Pidora), Arch Linux (Arch Linux ARM), Slackware Linux, RISC OS.	

Taula 1 - Especificacions tècniques de la Raspberry PI

## ANNEX II -

# LLOCS WEB UTILITZATS

En diversos moments de la posada a punt, és necessari accedir a la web per a realitzar comandes o per a descarregar-se uns determinats arxius.

### II.1 Adquisició de la Raspberry PI i altres components

La compra de la placa Raspberry PI, per exemple, es farà en línia, a través de la web d'un dels proveïdors indicats a la web dels creadors:

<http://www.raspberrypi.org/buy/>

En aquest cas, es va triar el proveïdor RS Online.

<http://uk.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=raspberrypi>

Després d'indicar que es vol realitzar la compra com a particular, s'arriba a les principals combinacions de compra que ofereix RS, de les quals es va triar:

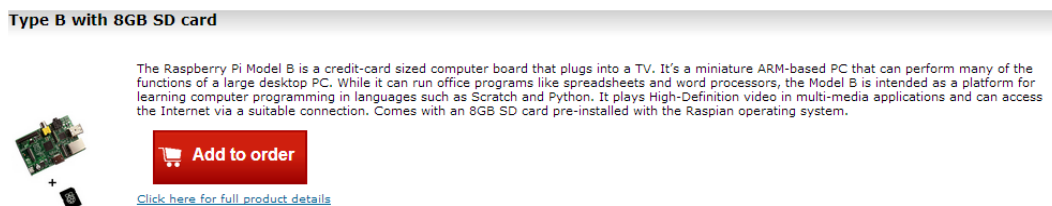


Figura 48 - Opció de compra escollida en aquest projecte

El model B, donat que el model A no disposa de connexió Ethernet. A més, afegint la targeta SD, no caldrà buscar en altres llocs web el sistema operatiu Debian, que hi ve inclòs.

Un quadre d'opcions situat a la part superior dreta de la pàgina permet canviar la unitat monetària que es mostra a l'hora de realitzar la recerca.

Qualsevol altre element que es necessiti, dels enumerats a la memòria, es pot afegir a la comanda aquí també.



## II.2 Descàrrega de les bases de dades per a l'ETS3

Cada mòdul KNX a configurar necessita ser entrat al programa ETS3. És per això que cada fabricant posa a disposició dels usuaris, els arxius necessaris per a tal tramesa.

En aquest projecte s'han requerit els arxius dels mòduls:

- ACTinBOX QUATRO

- LUZEN ONE

- InZennio Z38i

Els tres de la marca Zennio, pel que s'haurà de buscar a la seva web els arxius:

<http://zennio.com>

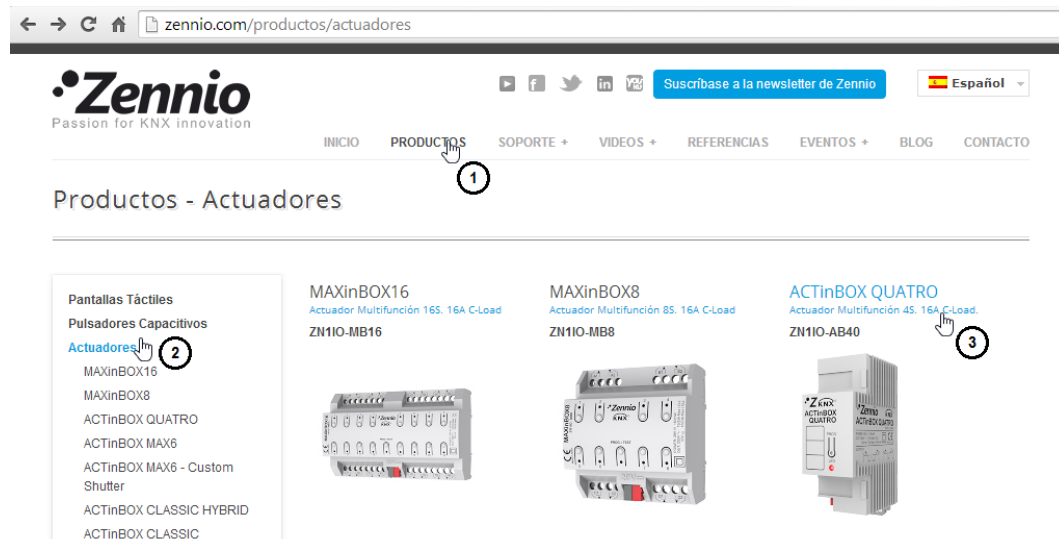


Figura 49 - Lloc web del fabricant dels mòduls KNX utilitzats al projecte

Acte seguit es mostren els arxius de descàrrega disponible. Es triaran els corresponents al programa ETS3.

## ACTinBOX QUATRO

Actuador Multifunción 4S. 16A C-Load.

REF: ZN1IO-AB40

Actuador multifunción. 4 salidas relé x 16A C-Load. 2 unidades carril DIN. ACTinBOX QUATRO es un actuador multifunción con 4 salidas preparadas para soportar cargas capacitivas. Incluye funciones lógicas que lo dotan de amplias posibilidades de configuración.



### Documentación Técnica

- Hoja Técnica ACTinBOX QUATRO Ed.9
- Manual ACTinBOX QUATRO v2.3 Ed.a



### Programa de aplicación ETS

- ACTinBOX QUATRO 2.3 - ETS4
- ACTinBOX QUATRO 2.3 - ETS3



### Herramientas

- Preguntas frecuentes
- Archivo 2D (DXF)
- Módulo de Funciones Lógicas x10 Ed.1c



### Marketing Toolbox

- Imágenes ACTinBOX Quatro
- Certificado CE
- Certificado KNX



Figura 50 - Descàrrega de l'arxiu per a l'ACTinBOX

Anàlogament, s'ha de seguir el mateix procediment per al dimmer:

**Zennio**  
Passion for KNX innovation

INICIO PRODUCTOS SOPORTE + VIDEOS + REFERENCIAS EVENTOS + BLOG CONTACTO

## Productos

**Pantallas Táctiles**  
**Pulsadores Capacitivos**  
**Actuadores**  
**Iluminación** (2)  
LUMENTO X3  
LUMENTO X4  
DIMinBOX 2CH \*  
LUZEN PLUS  
**LUZEN ONE** (3)  
**Clima**  
**Sensores**  
**Interfaces**  
**Economizador de Energía**  
**Sistema**

### LUZEN ONE

Actuador DIMMER un canal 400W  
REF: ZN1DI-4001

Actuador DIMMER universal 1 canal 400 W. 2 unidades carril DIN. El LUZEN ONE es un actuador DIMMER universal monocanal para regular cargas de iluminación.

**Documentación Técnica**

- Hoja Técnica Luzen One Ed.8
- Manual Aplicación Luzen One v2.3 Ed.a
- Nota Técnica sobre Terminales
- Nota Técnica sobre Cargas

**Programa de aplicación ETS**

- **LuZen One 2.3** (4)

aplicaciones/luzenone/LuZen ONE 2.3 EIFAH

Figura 51 - Descàrrega de l'arxiu per al dimmer

L'arxiu de la pantalla es pot trobar a "Pantallas Táctiles"

Arxius descarregats:

- ACTinBOX\_QUATRO\_2.3\_EIFASRIt.vd3
- LuZen\_One\_2.3\_EIFAH\_CERT.VD2
- InZennio\_Z38i\_2.2\_EIFAS\_CERT.vd3

Figura 52 - Nom i extensions dels arxius descarregats

Acte seguit, s'hauran d'importar a la base de dades de l'ETS3.

## ANNEX III -

# DESCÀRREGA I INSTAL·LACIÓ DEL SOFTWARE NECESSARI

### III.1 Descàrrega i instal·lació dels programes per a la Raspberry

En aquest apartat es descriu la descàrrega dels dos programes a instal·lar a la Raspberry. Tot i així, al lloc web dels creadors s'indica que hi ha tot un seguit de software necessari que s'ha d'instal·lar abans de prosseguir amb l'Eibd i Linknx:

```
$ apt-get install gcc g++ make

$ apt-get install liblog4cpp5-dev

$ apt-get install libesmtp-dev

$ apt-get install libmysqlclient-dev

$ apt-get install liblua5.1-0-dev

$ apt-get install dpkg

$ apt-get install libcurl4-openssl-dev

$ apt-get install build-essential file autoconf dh-make
debhelper devscripts fakeroot gnup

$ apt-get install apache2

$ apt-get install php5
```

A més es recomana executar l'ordre:

```
$ apt-get update
```

per a actualitzar versions més modernes dels programes instal·lats a la placa.

Aquest projecte no contempla donar a conèixer al detall el funcionament dels comandaments que es requereixen per al funcionament del sistema operatiu LINUX, tot i així per a no perdre el fil, aquí se n'expliquen alguns:

`$ wget + 'web de descàrrega' -->` Aquest comandament permet descarregar un arxiu si s'introdueix la url exacta de la seva localització.

`$ tar + 'nom d'un arxiu' -->` L'extensió \*.tar correspon a un tipus d'arxius comprimits, mitjançant aquest comandament se n'extraurà el contingut. Per a partícules com "-xzvf" es pot consultar l'ajuda en qualsevol moment de qualsevol programa afegint, després del nom d'un programa o comandament, la partícula "-help", que donarà tot un seguit d'opcions a utilitzar en escriure el comandament, tot i així, moltes d'aquestes partícules venen donades des de la web dels creadors, indicant pas per pas els comandaments necessaris per a la seva correcta instal·lació.

Abans de continuar amb la descàrrega, s'ha de tenir clar un concepte ja explicat a la memòria: descarregar un arxiu i després realitzar la instal·lació d'un programa mentre la consola mostra el símbol "~", que és el que es mostra per defecte, implicarà que l'arxiu i les carpetes i subcarpetes que es creïn a conseqüència de la instal·lació, ho faran a la carpeta /home/pi/, pel que és aquí on s'hauran de buscar arxius en futures configuracions.

L'Eibd està format pels programes "Pthsem" i "BcuSdk", els quals es descarregaran mitjançant la terminal:

#### **Pthsem:**

```
$ wget
http://downloads.sourceforge.net/sourceforge/bcusdk/pthsem_2
.0.8.tar.gz

$ tar -xzvf pthsem_2.0.8.tar.gz

$ cd pthsem-2.0.8/

$ ./configure

$ make

$ make install

$ export LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib

$ cd ..
```

### **BcuSdk:**

```
$ wget
http://downloads.sourceforge.net/sourceforge/bcusdk/bcusdk_0
.0.5.tar.gz

$ tar -xzf bcusdk_0.0.5.tar.gz

$ cd bcusdk-0.0.5/

        * For USB and IP Interface

$ ./configure --enable-onlyeibd --enable-eibnetip --enable-
eibnetiptunnel --enable-eibnetipserver --enable-usb --
enable-ft12

$ make

$ make install

$ cd ..
```

LinKNX es farà de forma similar:

### **LinKNX:**

```
$
                                                                    wget
http://downloads.sourceforge.net/sourceforge/linknx/linknx-
0.0.1.30.tar.gz

$ tar -xzf linknx-0.0.1.30.tar.gz

$ cd linknx-0.0.1.30/

$ ./configure --enable-smtp --with-log4cpp --with-lua --
with-mysql=/usr/bin/mysql_config

$ make

$ make install
```

Pels comandaments `make install` serà necessari identificar-se com a root, afegint `sudo` al principi de la línia.

### III.2 Opcions a l'hora d'executar el software descarregat

Per a aprofitar al màxim totes les opcions que ofereix un programa, es pot utilitzar la partícula --help després del nom d'un programa per a veure de quines disposa. Aquí es mostren les opcions dels programes descarregats:

```
pi@raspberrypi ~ $ eibd --help
Usage: eibd [OPTION...] URL
eibd -- a communication stack for EIB
(C) 2005-2011 Martin Koegler <mkoegler@auto.tuwien.ac.at>
supported URLs are:
ft12:/dev/ttySx
ip:[multicast_addr[:port]]
ipt:router-ip[:dest-port[:src-port[:nat-ip[:data-port]]]]
iptn:router-ip[:dest-port[:src-port]]
usb:[bus[:device[:config[:interface]]]]

ft12 connects over a serial line without any driver with the FT1.2 Protocol to
a BCU 2

ip connects with the EIBnet/IP Routing protocol over an EIBnet/IP gateway. The
gateway must be so configured, that it routes the necessary addresses

ipt connects with the EIBnet/IP Tunneling protocol over an EIBnet/IP gateway.
The gateway must be so configured, that it routes the necessary addresses

iptn connects with the EIBnet/IP Tunneling protocol over an EIBnet/IP gateway
using the NAT mode

usb connects over a KNX USB interface


-c, --GroupCache          enable caching of group communication network
                           state
-d, --daemon[=FILE]       start the programm as daemon, the output will be
                           written to FILE, if the argument present
-D, --Discovery           enable the EIBnet/IP server to answer discovery
                           and description requests (SEARCH, DESCRIPTION)
-e, --eibaddr=EIBADDR     set our own EIB-address to EIBADDR (default
                           0.0.1), for drivers, which need an address
-f, --error=LEVEL         set error level
-i, --listen-tcp[=PORT]   listen at TCP port PORT (default 6720)
                           --no-tunnel-client-queuing do not assume KNXnet/IP Tunneling bus
                           interface can handle parallel cEMI requests
-p, --pid-file=FILE       write the PID of the process to FILE
-R, --Routing             enable EIBnet/IP Routing in the EIBnet/IP server
-S, --Server[=ip[:port]] starts the EIBnet/IP server part
-t, --trace=LEVEL         set trace level
-T, --Tunnelling          enable EIBnet/IP Tunneling in the EIBnet/IP
                           server
-u, --listen-local[=FILE] listen at Unix domain socket FILE (default
                           /tmp/eib)
-?, --help               Give this help list
--usage                  Give a short usage message
-V, --version             Print program version

Mandatory or optional arguments to long options are also mandatory or optional
for any corresponding short options.
```

```
pi@raspberrypi ~ $ linknx --help
Usage: linknx [OPTION...]
LinkNX -- KNX home automation platform
(C) 2007-2008 Jean-François Meessen <linknx@ouaye.net>

  -c, --config[=FILE]      read configuration from file (default:
                           /var/lib/linknx/linknx.xml)
  -d, --daemon[=FILE]      start the program as daemon, the output will be
                           written to FILE, if the argument present
  -p, --pid-file=FILE      write the PID of the process to FILE
  -w, --write[=FILE]       write configuration to file (if no FILE specified,
                           the config file is overwritten)
  -?, --help               Give this help list
      --usage              Give a short usage message
  -V, --version            Print program version

Mandatory or optional arguments to long options are also mandatory or optional
for any corresponding short options.
pi@raspberrypi ~ $
```



### III.3 Configuracions

El programa LinKNX requereix que es completi amb precisió un arxiu on hi consten totes les Direccions de Grup que s'han de tenir en compte, tal com s'explica a la memòria. Aquest arxiu es crida en iniciar-se el LinKNX. A continuació se'n mostra el contingut:

```
<config>
<services>
<knxconnection url="ip:127.0.0.1"/>
<xmlserver type="inet" port="3671"/>
<exceptiondays>
<date day="1" month="1"/>
<date day="1" month="5"/>
<date day="15" month="8"/>
<date day="25" month="12"/>
<date day="25" month="4" year="2011"/>
<date day="2" month="6" year="2011"/>
<date day="13" month="6" year="2011"/>
<date day="9" month="4" year="2012"/>
<date day="17" month="5" year="2012"/>
<date day="28" month="5" year="2012"/>
<date day="1" month="4" year="2013"/>
<date day="9" month="5" year="2013"/>
<date day="20" month="5" year="2013"/>
<date day="21" month="4" year="2014"/>
<date day="29" month="5" year="2014"/>
<date day="9" month="6" year="2014"/>
</exceptiondays>
</services>
<objects>
<object type="1.001" id="actonoff" gad="0/1/0" init="request">
<listener gad="0/1/1"/>
Actuador
</object>
<object id="actonoffstatus" gad="0/1/1" init="request"/>
>
```

```
<object type="1.001" id="dimonoff" gad="0/2/0" init="request">
<listener gad="0/0/3"/>
Dimmer
</object>
<object type="5.001" id="dimmer" gad="0/0/2" init="request">
<listener gad="0/0/3"/>
Dimmer%
</object>
<object id="dimmerstatus" gad="0/0/3" init="request"/>
<object type="3.007" id="dimmer7" gad="0/2/2" init="request">
<listener gad="0/0/3"/>
Dimmer7
</object>
<object type="1.001" id="test_on_off" gad="1/1/1">Object
test</object>
<object type="10.001" id="cur_time" gad="2/2/1">Current
Time</object>
<object type="11.001" id="cur_date" gad="2/2/2" flags="cwtuf">Current Date</object>
<object type="EIS5" id="dorm1_temp" gad="2/1/0">Temperatura</object>
</objects>
<rules>
<rule id="cur_time_date">
<condition type="timer" trigger="true">
<every>1h</every>
</condition>
<actionlist>
<action type="set-value" id="cur_time" value="now"/>
<action type="set-value" id="cur_date" value="now"/>
</actionlist>
</rule>
</rules>
</config>
```

## ANNEX IV -

# CODI HTML

<!-- Codi HTML

Aquest és el codi principal que permet la visualització i control externs del sistema domòtic KNX. Estarà emplaçat a la Raspberry PI, a la carpeta que utilitzi el servidor Apache per a penjar les pàgines triades. En aquest cas: /var/www/, amb l'extensió \*.php.

Un cop fet això, s'hi podrà accedir mitjançant qualsevol navegador web, insertant a la barra de direccions: "IPdelaRaspberry/web/habitacio.php". Per exemple:

192.168.1.184/web/habitacio.php

Per al seu correcte funcionament és precís d'haver executat abans els programes Eibd i Linknx, amb les seves pertinents configuracions.

Si tot és correcte, aquest codi, que utilitza HTML, javascript, php i css, carrega una interfície de visualització dels estats dels aparells de l'habitatge. Per a això: es mostra quina planta i estància s'està consultant actualment. La imatge de la planta permet navegar entre habitacions, mentre que la imatge de la caseta permet navegar entre plantes. Per a cada estància es mostren els dispositius existents i en quin estat es troben.

Per a modificar-lo n'hi ha prou amb clicar-ne el botó corresponent, o també desplaçar el marcador de la barra lliscant, si és el cas. -->

```
<html>
<head>
<title>Domòtica</title>
```

<!-- Apartat CSS

Es defineixen les característiques de la divisió situada a la part superior dreta, utilitzada per a mostrar l'hora i la data -->

```

    <style type="text/css">
    body{
        margin:0;
        padding:<length> 0 0 0;
    }
    div#header{
        position:absolute;
        text-align:right;
        top:10;
        left:-10;
        width:100%;
        height:<length>;
    }
    div#barrasup{
        position:fixed;
        top:0;
        left:0;
        width:100%;
        height:100px;
        background-color:#B61250;
    }
    @media screen{
    body>div#header{
        position: fixed;
    }
    }
    * html body{
        overflow:hidden;
    }

    </style>
</head>
```

<SCRIPT>

/\* Funció ValorDimmer

es crida en modificar-se el valor d'un receptor per mitjà de la barra lliscant.

Funciona modificant el valor de les variables a la url, en concret, com es pot veure: les variables Direcció de Grup i valor imposat. La variable habitació serveix per a carregar la pàgina en funció de l'habitació consultada.

És l'única part del codi escrita en javascript \*/

function valordimmer(newvalue, habi, dire){

```
    window.location = "habitacio.php?hab=" + habi + "&action=" + newvalue
    + "&gad=" + dire;
}
```

</SCRIPT>

<body bgcolor= "white" link= "black" vlink= "black">

<?php

/\* Funció KNXRead

funció que s'encarrega de realitzar una lectura d'estat de l'aparell sol.licitat \*/

function knxread(\$fp, \$name)

```
{
    $in = "<read><object id='$name'/></read>\n\4";
    fwrite($fp, $in);
    $ret = "";
    $cnt = 0;
    while ($cnt < 4 && $fp && !feof($fp)) {
        $ret .= fgets($fp, 128);
        $c = fgetc($fp);
        if ($c == "\4") {
            if (ereg ("<read status='success'>([^\<]+)</read>", $ret,$regs))
                $ret = $regs[1];
            break;
        }
        $ret .= $c;
        $cnt++;
    }
    return $ret;
}
```

/\* Funció KNXWrite

funció que s'encarrega d'enviar les ordres, i per tant, imposar nous valors als receptors. És cridada més avall, cada cop que la variable action es veu modificada \*/

```
function knxwrite($fp, $name, $value)
{
    $in = "<write><object id='$name' value='$value'/></write>\n\4";

    fwrite($fp, $in);

    $ret = "";
    $cnt = 0;
    while ($cnt < 4 && $fp && !feof($fp)) {
        $ret .= fgets($fp, 128);
        $c = fgetc($fp);
        if ($c == "\4") {
            if (ereg("<write status='success'", $ret))
                return 1;
            break;
        }
        $ret .= $c;
        $cnt++;
    }
    return 0;
}
```

/\* Aquí comença la configuració de la connexió TCP/IP.

S'inicia la connexió socket a l'adreça especificada \*/

```
$address = "127.0.0.1";
$port = 3671;

$fp = fsockopen($address, $port, $errno, $errstr, 30);
if (!$fp) {
    echo "$errstr ($errno)<br />\n";
}
else {
```

/\* Aquí és on se sol.licita el nou valor de la variable action, i es crida la funció KNXWrite, que imposarà aquest valor a la Direcció de Grup gad \*/

```
if (isset($_REQUEST['action'])) {  
    $action = $_REQUEST['action'];  
    $gad = $_REQUEST['gad'];  
    if ($action == 'On') {  
        knxwrite($fp, $gad, 1);  
    }  
    elseif ($action == 'Off') {  
        knxwrite($fp, $gad, 0);  
    }  
    else {  
        knxwrite($fp, $gad, $action);  
    }  
}
```

/\* Amb la connexió programada, a partir d'aquí es defineixen totes les funcions php que conformen la pàgina.

#### Funció CanviAct

Fent referència a canvi-actuator, aquesta funció col.loca un botó allà on se la crida. El botó serveix per a receptors del tipus EIS1, és a dir, que tenen dos estats: 0 i 1. Segons el valor que retorna la funció KNXRead, la imatge que conforma el botó és una o altra, per a indicar clarament quin és l'estat del receptor. La comesa d'aquest botó és la de canviar l'estat del receptor amb la Direcció de Grup anomenada en el moment de cridar la funció \*/

```
function canviact($fp, $hab, $name, $gad) {  
    if (knxread($fp, $gad) == 'on'){  
        echo "<div style='height: 47px; position: relative; text-align: center; width: 185px;'>  
            <a href='habitacio.php?hab=$hab&action=Off&gad=$gad'>  
            <img height='47' width='185' src='imatges/be.png' ></a>  
            <span style='font-family: impact; position: absolute; color; left: 50px; top: 12px;'>$name</span></div>  
            <br>";  
    }  
}
```

```
else {
    echo "<div style='height: 47px; position: relative; text-align: center; width:
185px;'>
        <a href='habitacio.php?hab=$hab&action=On&gad=$gad'>
        <img height='47' width='185' src='imatges/ba.png' ></a>
        <span style='font-family: impact; position: absolute; color; left: 50px; top:
12px;'>$name</span></div>
        <br>";
}
}
```

/\* Funció CanviDim

aquesta és semblant a l'anterior, però per a receptors que accepten els valors intermedis a banda del 0 i l'1. Per a això, al costat del botó ja descrit, també crea una barra lliscant per a poder mostrar el valor actual del receptor, així com imposar-li un de nou. Aquesta és la barra lliscant que crida la funció ValorDimmer \*/

```
function canvidim($fp, $hab, $name, $gad) {
    $valdimmer=round(knxread($fp, $gad));
    if (knxread($fp, $gad) != 0){
        echo "<table><tr><td>
        <div style='height: 47px; position: relative; text-align: center; width:
185px;'>
            <a href='habitacio.php?hab=$hab&action=0&gad=$gad'>
            <img height='47' width='185' src='imatges/be.png' ></a>
            <span style='font-family: impact; position: absolute; color; left: 50px; top:
12px;'>$name</span></div>";
    }
    else {
        echo "<table><tr><td>
        <div style='height: 47px; position: relative; text-align: center; width:
185px;'>
            <a href='habitacio.php?hab=$hab&action=100&gad=$gad'>
            <img height='47' width='185' src='imatges/ba.png' ></a>
            <span style='font-family: impact; position: absolute; color; left: 50px; top:
12px;'>$name</span></div>";
    }
}
```



```
/* Funció Temperatura
```

```
/* Sol.licitació de les variables 'planta' i 'habitació'
```

/\* Imposició de valors de 'planta' i 'habitació per defecte

```
}  
}
```

/\* En cas de modificacions en l'habitatge, aquí hauran de constar tots els noms d'habitació de cada planta, o almenys de les dues superiors, ja que per a simplificar, en cas de que l'habitació entrada no formi part de les plantes 1 o 2, s'entendrà que pertany a la planta baixa \*/

```
if ($hab=='Dormitori_4' or $hab=='Sala'){  
    $planta=1;  
}  
else if($hab=='Safareig' or $hab=='Terrat'){  
    $planta=2;  
}  
else{  
    $planta=0;  
}
```

/\* Funció Imatge Principal

mostra la imatge de la planta actual. També dóna un nom diferent al mapa d'enllaços que s'ha de crear a sobre la imatge, segons la planta actual. Aquest mapa serveix per a utilitzar la pròpia imatge com a enllaç per a accedir a l'habitació que es vulgui. També superposa una imatge semitransparent sobre l'habitació en qüestió per a estar situat visualment en tot moment

En cas de voler configurar el codi, aquí consten les coordenades de cada habitació, corresponents a: x1, y1, x2, y2, assignades a les variables \$a, \$b, \$c, i \$d, respectivament. Per entendre's, són les coordenades en píxels de la situació a la imatge de les cantonades esquerra superior i dreta inferior de cada estància \*/

```
function imgppal($planta, $hab){  
    $vora=0;  
    if ($hab=='Menjador'){ $a=74;$b=28;$c=177;$d=206;}  
    if ($hab=='Dormitori_1'){ $a=260;$b=204;$c=335;$d=268;}  
  
    if ($hab=='Dormitori_4'){ $a=22;$b=166;$c=94;$d=277;}  
    if ($hab=='Sala'){ $a=101;$b=128;$c=236;$d=269;}  
  
    if ($hab=='Safareig'){ $a=97;$b=26;$c=172;$d=118;}  
    if ($hab=='Terrat'){ $a=175;$b=26;$c=247;$d=121;}
```

```
echo "<div style='height: 320px; position: relative; text-align: left; left: 100px;
width: 600px;'>
    <img height='320' width='450' border='';
echo    $vora;
echo "" src='imatges/planta$planta.png' usemap='";

    if ($planta=='1'){
        echo "#planta1";
    }
    else if ($planta=='2'){
        echo "#planta2";
    }
    if ($planta=='0'){
        echo " #planta0";
    }

echo "><span style='position: absolute; left: ";
echo $a+$vora;
echo "px; top: ";
echo $b+$vora;
echo "px; opacity: 0.5;'><img width='";
echo $c-$a;
echo "" height='";
echo $d-$b;
echo "" src='imatges/trama.png'></span></div>";
}

/* un cop definides totes les funcions, aquí comença la formació visual de la
pàgina. En primer lloc, el títol, corresponent a la planta en que s'hi troba */

print("</br><b><div align='center'><font face='calibri' size='7'>P</font><font
face='calibri' size='6'>LANTA </font><font face='calibri' size='7'>");
print($planta);
print("</br>");

print("</br></br>");
print("</font></div></b>");
```

```
/* per a que resulti agradable a la vista, la imatge principal es presentarà al mig.
A la banda esquerra es mostrarà el nom de l'habitació, i a la dreta tot el llistat de
receptors que inclou aquesta habitació. Per a facilitar-ho, s'ha creat una taula
d'una fila i 3 columnes. A cadascuna de les caselles s'hi ha col·locat cadascun
dels elements anomenats (nom de l'habitació, imatge de la planta i receptors) */
print("<table align='center'><tr><td>");
```

```
/* un cop oberta la taula i situats a la primera casella, es mostra el nom de
l'habitació */
```

```
/* seguidament es mostra la imatge que permet navegar entre pisos, amb
el seu nom de mapa d'enllaços */
```

```
echo "<img src='imatges/canvapis.png' usemap='#canvapis'>";
print("</br></br></br></br></br></br></br></br></br>");
print("<font face='consolas' size='5' >");
print(str_replace("_", " ", $hab));
print("</font>");
```

```
/* seguidament, a la segona casella, la imatge de la planta */
```

```
print("</font></td><td>");

imgppal($planta, $hab);
```

/\* per finalitzar, una sèrie de condicionals permeten mostrar els receptors de l'habitació corresponent. Com es pot veure, en primer lloc hi consten les estàncies de la planta 1, seguidament a la planta 2, i per últim, la planta baixa. Dins de cada planta un altre condicional troba quina habitació se sol·licita. Dins de cada habitació hi consten tots els receptors.

Construït amb aquest mètode, ara és molt fàcil de personalitzar. Dins de cada estància es poden anar afegint les funcions que es vulguin. Per a tots aquells receptors que només poden tenir els estats "apagat-encès" es crida la funció 'canviact', per als graduals, 'canvidim', ja siguin dimmers, o persianes. Per a cadascun s'ha d'indicar quin nom es vol mostrar al botó, o, en el cas de 'canvidim', si es vol que la barra lliscant sigui vertical o horitzontal\*.

També es pot cridar la funció de la temperatura, per a mostrar-ne el valor, en totes aquelles estàncies en que s'hi tingui un sensor \*/

```
print("</td><td>");
```

```
if ($planta==1){

    if ($hab=='Dormitori_4'){
        canviact($fp, $hab, "LLUM SOSTRE", "dorm4_central");
        canviact($fp, $hab, "TAULETA DRETA", "dorm4_dret");
        canvidim($fp, $hab, "TAULETA ESQUERRA", "dorm4_esq");
    }
    else if ($hab=='Sala'){
        canviact($fp, $hab, "LLUM SOSTRE", "sala_centr");
    }

}
else if($planta==2){
    if ($hab=='Safareig'){
        canviact($fp, $hab, "LLUM ESCALA", "safa");
    }
    else if ($hab=='Terrat'){
        canviact($fp, $hab, "LLUM TERRAT", "terrat");
    }
}
else{

    if ($hab=='Dormitori_1'){
        tem($fp, "dorm1_temp");
        canviact($fp, $hab, "LLUM SOSTRE", "actonoff");
        canvidim($fp, $hab, "LLUM TAULETA", "dimmer");
    }
    elseif ($hab=='Menjador'){
        canviact($fp, $hab, "CENTRAL MENJADOR", "menj_centre");
        canviact($fp, $hab, "LLUM SOFAS", "menj_sofas");
        canvidim($fp, $hab, "PERSIANA", "menj_pers");
    }

}

?>
</div></td></tr></table>
```

```
<!-- aquí s'indica el contingut de les barres fixes creades a la zona CSS de l'inici ->
```

```
<div id="barrasup" align="center">
```

```
</br><b><font face='calibri' size='7'>P</font><font face='calibri' size='6'>LANTA  
</font><font face='calibri' size='7'><?php $planta; ?></font>
```

```
<!-- Data i Hora
```

s'utilitzaran les Direccions de Grup per a la data i hora configurades a l'arxiu de linknx per a llegir-ne l'estat, el que permet imprimir per pantalla el seu valor. S'utilitzarà la configuració CSS definida a l'inici per a que aparegui, com s'ha dit, a la cantonada superior dreta de la pàgina -->

```
</div>
```

```
<div id="header"><font face="impact" size="5">
```

```
    <?php $hora=knxread($fp, "cur_time");
```

```
    $data=knxread($fp, "cur_date");
```

```
    echo $hora;
```

```
    print("<br>");
```

```
    echo $data;
```

```
?></font></div>
```

```
<?php
```

```
$num=knxread($fp, "actonoff").knxread($fp, "dimmer");
```

```
$num2=knxread($fp, "actonoff").knxread($fp, "dimmer");
```

```
fclose($fp);
```

```
}
```

```
?>
```

<!-- per acabar, es defineixen les coordenades de tots els mapes d'enllaços, és a dir, de la imatge que permet canviar de pis, i de cadascuna de les plantes. Els números corresponen, com s'ha dit abans, a les coordenades en píxels de les cantonades esquerra superior i dreta inferior de cada estància, dins de la imatge principal d'aquella planta -->

```
<map name="canvipsis">
    <area shape="rect" coords="19,54,96,74" href="habitacio.php?planta=2"
/>
    <area shape="rect" coords="19,77,96,97" href="habitacio.php?planta=1"
/>
    <area          shape="rect"          coords="19,100,96,120"
href="habitacio.php?planta=0" />
</map>
```

```
<map name="planta0">
    <area          shape="rect"          coords="74,28,177,206"
href="habitacio.php?hab=Menjador" />
    <area          shape="rect"          coords="260,204,335,268"
href="habitacio.php?hab=Dormitori_1" />
</map>
```

```
<map name="planta1">
    <area          shape="rect"          coords="101,128,236,269"
href="habitacio.php?hab=Sala" />
    <area          shape="rect"          coords="22,166,94,277"
href="habitacio.php?hab=Dormitori_4" />
</map>
```

```
<map name="planta2">
    <area          shape="rect"          coords="97,26,172,118"
href="habitacio.php?hab=Safareig" />
    <area          shape="rect"          coords="175,26,247,121"
href="habitacio.php?hab=Terrat" />
</map>
```

```
</body>
</html>
```

## BIBLIOGRAFIA UTILITZADA

ALMONACID, BERNARDO. *Domótica: La automatización del hogar*. [En línia] [Data de consulta: dimarts, 18 febrer de 2014 ].

<Disponible en: <http://www.coatja.com/articulo.asp?Nu=45&Or=8> >.

BLACK, NEIL. *Raspberry Pi Beginners Guide*. [En línia] [Data de consulta: dimecres, 20 novembre de 2013 ]. <Disponible en: [http://www.tutorialspoint.com/python/python\\_networking.htm](http://www.tutorialspoint.com/python/python_networking.htm)>.

BLOG OPENALFA. *Introducción a EIB/KNX*. [En línia] [Data de consulta: dilluns, 7 octubre de 2013 ]. <Disponible en: <http://blog.openalfa.com/introduccion-a-eib-knx>>.

COMPUTING AT SCHOOL. *The Raspberry Pi. Education Manual*. [En línia] [Data de consulta: dissabte, 5 octubre de 2013] <Disponible en: [http://93.174.101.11/bt/1beee4e915f52b2124eb303bfe275b979c89cc02/data/Raspberry\\_Pi\\_Education\\_Manual.pdf](http://93.174.101.11/bt/1beee4e915f52b2124eb303bfe275b979c89cc02/data/Raspberry_Pi_Education_Manual.pdf)>.

COOK, MIKE. *Raspberry Pi For Dummies*. [Data de consulta: dimecres, 9 octubre de 2013 ].

EKBLAD. *How to control your KNX installation using open source software*. [En línia] [Data de consulta: divendres, 21 novembre de 2014 ]. <Disponible en: <http://ekblad.org/knx/>>.

G, OLIVER. *Cómo superponer texto a una imagen*. [En línia] [Data de consulta: divendres, 16 maig de 2014 ]. <Disponible en: <http://laventanadewindows.blogspot.com.es/2011/08/como-superponer-texto-una-imagen.html>>.

HOME AND LEARN. *PHP Submit buttons*. [En línia] [Data de consulta: dimecres, 14 maig de 2014 ]. <Disponible en: <http://www.homeandlearn.co.uk/php/php4p7.html>>.

HTML.NET. *Passing variables in a URL*. [En línia] [Data de consulta: dissabte, 5 abril de 2014 ]. <Disponible en: <http://html.net/tutorials/php/lesson10.php>>.

INSTRUCTABLES. *Raspberry Pi GPIO home automation*. [En línia] [Data de consulta: diumenge, 17 novembre de 2013 ]. <Disponible en: <http://www.besttechhelp.com/DIY/Raspberry-Pi-GPIO-home-automation.pdf>>.

KNX-FR. *Linknx et groupswrite*. [En línia] [Data de consulta: divendres, 24 gener de 2014 ]. <Disponible en: <http://www.knx-fr.com/showthread.php?mode=linear&tid=1816&pid=13697>>.

LI, CHAOJI. *The Equivalence of AUTOEXEC.BAT for Raspberry Pi*. [En línia] [Data de consulta: dissabte, 24 maig de 2014 ]. <Disponible en: <http://dev.litchie.com/autoexec.html>>.

RASPBERRY PI. *Hardware Raspberry Pi*. [Data de consulta: dilluns, 14 abril de 2014 ]. <Disponible en: <http://www.raspberrypi.org/hardware-raspberry-pi.php>>.

RYERSON UNIVERSITY. *Toggle Button Demonstration*. [En línia] [Data de consulta: divendres, 4 abril de 2014 ]. <Disponible en: <http://www.ryerson.ca/JavaScript/lectures/imglibrary/toggleButton.html>>.



SOURCEFORGE. *Install Eibd/Linknx/knxweb*. [En línia] [Data de consulta: dissabte, 29 novembre de 2014 ]. <Disponible en: [http://sourceforge.net/apps/mediawiki/linknx/index.php?title=Install\\_Eibd/Linknx/knxweb](http://sourceforge.net/apps/mediawiki/linknx/index.php?title=Install_Eibd/Linknx/knxweb)>.

SOURCEFORGE. *LinKNX*. [En línia] [Data de consulta: dijous, 27 febrer de 2014]. <Disponible en: <http://linknx.sourceforge.net/>>.

TUTORIALS POINT. *Python Network Programming*. [En línia] [Data de consulta: dimarts, 19 novembre de 2013 ]. <Disponible en: [http://www.tutorialspoint.com/python/python\\_networking.htm](http://www.tutorialspoint.com/python/python_networking.htm)>.

VINARSKI, VLADIMIR I NEUMANN, JENS. *Linux EIB Home Server Documentation*. [En línia] [Data de consulta: dissabte, 1 febrer de 2014 ]. <Disponible en: <http://eibcontrol.sourceforge.net/Linux-EIB-Home-Server-eng.html>>.

VAN KESTEREN, ANNE. Fixed header and footer [En línia] [Data de consulta: dimecres, 21 de maig de 2014 ]. <Disponible en: <http://limpid.nl/lab/css/fixed/header-and-footer>>.

WEB TUTS DEPOT. *HTML 5 Slider Bar Tutorial*. [En línia] [Data de consulta: divendres, 4 abril de 2014 ]. <Disponible en: <http://webtutsdepot.com/2010/04/24/html-5-slider-input-tutorial/>>.

WILLARD, WENDY. *HTML 4.0: A beginner's guide*. [Data de consulta: dimecres, 12 març de 2014 ].